ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1949.

PRÉSIDENCE DE M. GASTON JULIA.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur les* Phleum pratense *L. subsp.* alpinum *(L.) Asch. et Graebn. des Pyrénées.* Note (*) de M. **René de Litardière.**

Les envois que MM. Aylies et Leredde ont bien voulu nous faire l'été dernier de nombreux exemplaires vivants de *Phleum pratense* L. subsp. *alpinum* (L.) Asch. et Graebn. provenant de diverses régions des Pyrénées, nous ont permis de compléter les observations morphologiques et caryologiques que nous avions faites sur ce groupe ([1]). Ces nouvelles recherches ont abouti aux conclusions suivantes qui, en certains points, modifient un peu celles auxquelles nous étions arrivé ([2]).

1° Les caractères morphologiques sur lesquels sont basées les subdivisions systématiques chez le subsp. *alpinum* sont loin d'être constants.

Contrairement aux dires des auteurs, les plantes à épi court, subarrondi, ovale ou ovale-oblong, n'ont pas toujours l'arête des glumes non ciliée. Nous avons sous les yeux des exemplaires provenant du Petit Vignemale, vers 2700^m, qui, bien que présentant des arêtes manifestement ciliées, offrent l'épi court ($11\text{-}17 \times 8^{mm}$) des *commutatum* les plus typiques. C'est là, semble-t-il, un caractère purement stationnel que montrent notamment les plantes croissant à haute altitude. On observe d'ailleurs toutes les transitions entre les épis

---

(*) Séance du 24 janvier 1949.

([1]) Voir *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1327-1329.

([2]) Rappelons que nous avions distingué dans le subsp. *alpinum*, en ce qui concerne les plantes appartenant au domaine de la flore continentale française, les subdivisions suivantes : Var. *eu-alpinum* R. Lit. = *P. alpinum* L. emend. Gaud. $2n = 14$. Épi ovoïde-cylindrique; glumes à arête ciliée-velue. Var. *Ayliesianum* R. Lit. $2n = 14$. Épi plus court; glumes à arête scabre, non ciliée. Var. *tenue* (Kunth) R. Lit. = *P. commutatum* Gaud. $2n = 28$. Épi et arête des glumes comme dans la race précédente.

subarrondis et ceux nettement cylindriques qui peuvent atteindre $3^{cm},5$ (par exemple chez des plantes croissant dans les pelouses près de la rive Est-Sud-Est du lac Vert, dans le Luchonnais).

Le caractère jugé le plus important par les auteurs pour distinguer deux groupes autonomes (considérés même par plusieurs comme spécifiquement distincts : *P. alpinum* L. emend. Gaud. et *P. commutatum* Gaud.), à savoir celui de la vestiture de l'arête des glumes, nous est apparu comme possédant une *très faible valeur systématique*. Il est en effet impossible, dans certains cas, de tracer une limite nette entre les individus dont l'arête des glumes n'est pas ciliée, mais simplement scabre, et ceux à arête ciliée. Par exemple dans un exemplaire provenant du versant Ouest du Mont Pelat, près du lac d'Orédon, nous avons constaté, en étudiant tous les épillets d'un épi, qu'à côté d'épillets (les plus nombreux) dont les glumes ont des arêtes simplement scabres, il s'en trouve dont les arêtes glumaires sont ciliées tantôt seulement à la base, tantôt jusqu'au quart, jusqu'au tiers de leur longueur, exceptionnellement jusqu'à la moitié, parfois même l'arête d'une glume est ciliée, celle de l'autre glume ne l'est pas. Des variations analogues affectent notamment des plantes croissant au voisinage du lac Vert. C'est donc avec raison que Briquet ([3]) accordait seulement le rang de sous-variété aux types à arête ciliée, subvar. *typicum* (Beck) Briq., et à arête non ciliée, subvar. *commutatum* (Gaud.) Briq., du fait qu'ils sont reliés par des formes de passage.

2° Le nombre chromosomique $2n = 14$ n'est pas toujours caractéristique des plantes dont les glumes ont l'arête ciliée (*P. alpinum* L. emend. Gaud.). Nous avons signalé ([4]) avoir constaté ce nombre chez une plante croissant dans la vallée du Marcadau, près du refuge Wallon, et que nous avions nommée var. *Ayliesianum* R. Lit., considérant qu'elle offrait à la fois les caractères morphologiques du var. *tenue* (Kunth) R. Lit. (= *P. commutatum* Gaud.) et les caractères chromosomiques du var. *eu-alpinum* R. Lit. (= *P. alpinum* L. emend. Gaud.). Il s'ensuit, comme nous le disions ([5]), que la distinction spécifique faite en particulier par les auteurs suédois et anglais entre les *P. alpinum* et *commutatum* est inacceptable; bien plus, nous n'arrivons pas à tracer de *limite nette* entre les deux types, tant du point de vue morphologique que chromosomique.

Au cours de nos recherches nous avons trouvé une plante tétraploïde ($2n = 28$) correspondant au type *commutatum* des auteurs; elle provenait du col du Puymorens (Pyrénées-Orientales), où elle croissait dans les pelouses à *Nardus*, en compagnie d'individus diploïdes ($2n = 14$) se rap-

---

([3]) *Prodr. fl. corse*, 1, 1910, p. 80.
([4]) *Loc. cit.*, p. 1327-1328.
([5]) *Loc. cit.*, p. 1328.

portant à notre var. *Ayliesianum*, dont d'ailleurs elle est morphologiquement inséparable.

Le *Phleum pratense* subsp. *alpinum* comprend effectivement deux races chromosomiques, l'une diploïde, l'autre tétraploïde, cette dernière paraissant beaucoup plus rare dans les Pyrénées ([6]); mais nous nous trouvons, tout au moins actuellement, dans l'impossibilité d'assigner à chacune d'elles des *différences morphologiques constantes*. Comme chez diverses autres plantes, il apparaît donc ici qu'à des caractères chromosomiques différents ne correspondent pas des particularités morphologiques et que les *races chromosomiques* ne sont pas morphologiquement distinctes.

Il est particulièrement intéressant de noter que chez le *P. pratense* subsp. *alpinum* il n'existe pas de relation entre la taille des individus et le nombre de leurs chromosomes; contrairement à une règle, qui souffre certainement bien des exceptions, *les plantes diploïdes sont souvent beaucoup plus vigoureuses que les tétraploïdes*. Ce cas est très net par exemple en ce qui concerne des spécimens, tous à $2n = 14$, de la région d'Orédon et surtout du lac Vert. Dans ces deux derniers qui forment de grosses touffes, les chaumes, raides et épais, atteignent 45^{cm} de haut, les feuilles culmaires inférieures 6^{mm} de large, les épis $3^{cm},5 \times 1^{cm}$.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Constantin Dawidoff** est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Johan Hjort*, décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Ministère des Travaux Publics et des Transports. *Rapport sur l'activité de l'Institut géographique national en* 1945. — *en* 46 (planches et texte).

2° Bureau d'études géologiques et minières coloniales. *Carte géologique internationale de l'Afrique*. Feuille n° 4.

3° *Le bouturage et les substances de croissance synthétiques*, par E. J. B. Verleyen (thèse).

4° *Max Planck in seinen Akademie-Ansprachen*. Erinnerungsschrift der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

([6]) La première constatée dans 7 localités qui sont réparties dans les Pyrénées-Orientales, l'Ariège, la Haute-Garonne et les Hautes-Pyrénées, la seconde dans une seule localité des Pyrénées-Orientales.

5° *The motions of the Moon and the Sun at the solar eclipse of* 1945, *July* 9 *th*, by KARL F. SUNDMAN.

6° *Communications de l'Observatoire royal de Belgique*. N° 1.

Il signale également un fascicule polycopié : *Compte rendu des travaux du VIIe Congrès séricicole international, Ales-France*, 7 *au* 13 *juin* 1948 (présenté par M. Roubaud).

ARITHMÉTIQUE. — *Sur l'approximation des nombres irrationnels.* Note (*) de M. NIKOLA OBRECHKOFF, présentée par M. Émile Borel.

D'après un théorème classique de Lejeune-Dirichlet, à chaque nombre réel ω et à chaque nombre réel $t \geqq 1$ il correspond au moins deux nombres entiers x, $1 \leqq x \leqq t$ et y, tels que l'on a

$$|\omega x - y| < \frac{1}{t}.$$

Nous démontrons un résultat plus précis. Évidemment, on peut se borner au cas où $0 < \omega < 1$.

I. *Soit* ω, $0 < \omega < 1$, *un nombre réel arbitraire et soit* n *un nombre entier positif. Alors il existe deux nombres entiers* x *et* y, $1 \leqq x \leqq n$, *tels que l'on a*

$$(1) \qquad |\omega x - y| \leqq \frac{1}{n+1}.$$

On a le signe d'égalité seulement dans le cas où $\omega = a_i/(n+1)$, $a_1 = 1$, $a_2, \ldots, a_{k-1}$, $a_k = n$ $[k = \varphi(n+1)]$ *étant les nombres entiers plus petits que* $n+1$ *et premiers avec ce nombre.*

On a de plus, si ω *est en dehors des intervalles*

$$\left[\frac{1}{n+1} - \frac{1}{(n+1)(n+2)}, \frac{1}{n+1} + \frac{1}{(n+1)(n+3)}\right],$$

$$\left[\frac{a_i}{n+1} - \frac{1}{(n+1)(n+3)}, \frac{a_i}{n+1} + \frac{1}{(n+1)(n+3)}\right] \qquad 2 \leqq i \leqq k-1,$$

$$\left[\frac{n}{n+1} - \frac{1}{(n+1)(n+3)}, \frac{n}{n+1} + \frac{1}{(n+1)(n+2)}\right],$$

on peut remplacer l'inégalité (1) *par*

$$|\omega x - y| < \frac{1}{n+2}.$$

La démonstration est basée sur une suite spéciale de Farey,

$$\frac{p_0}{q_0} = \frac{0}{1}, \quad \frac{p_1}{q_1} = \frac{1}{n+1}, \quad \frac{p_2}{q_2}, \quad \ldots, \quad \frac{p_{s-1}}{q_{s-1}}, \quad \frac{p_s}{q_s} = \frac{n}{n+1}, \quad \frac{p_{s+1}}{q_{s+1}} = \frac{1}{1},$$

(*) Séance du 24 janvier 1949.

qui possède les propriétés suivantes : entre les deux nombres q_i, q_{i+1} ($1 \leqq i \leqq s$) l'un ne surpasse pas n et l'autre surpasse n et $q_i + q_{i+1} \geqq n+3$.

On peut démontrer la première partie du théorème I en s'appuyant sur le principe de Lejeune-Dirichlet, modifié sous la forme suivante ([1]) : sur un segment E de longueur l se trouvent n segments dont la somme des longueurs est égale à l, les segments pouvant être composés de parties différentes. Alors il y aura au moins deux segments qui auront des points communs intérieurs où tous ces segments remplissent le segment donné. On a un énoncé semblable pour des domaines à plusieurs dimensions. Parmi les résultats que nous avons obtenus, citons le suivant :

II. *Soient $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_m$ des nombres réels arbitraires et n un nombre entier positif. Alors il existe des nombres entiers $x_1, x_2, \ldots, x_m$, $|x_i| \leqq n$, $1 \leqq i \leqq m$, non tous nuls et un nombre entier Z tels que l'on a*

$$|\omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 + \ldots + \omega_m x_m - Z| \leqq \frac{1}{(n+1)^m}.$$

On a le signe d'égalité seulement dans le cas où les nombres ω_i, $i = 1, 2, \ldots, m$ sont égaux à

$$\frac{\lambda_1}{n+1}, \quad \frac{\lambda_2}{(n+1)^2}, \quad \ldots, \quad \frac{\lambda_m}{(n+1)^m},$$

où $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_m$ sont des nombres entiers premiers à $n+1$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation paramétrique des ensembles de vecteurs dans l'espace de Hilbert.* Note de M. **Léon Motchane**, présentée par M. Paul Montel.

Un ensemble de vecteurs E(X), dans l'espace H, sera défini par un système orthonormal complet (e_i) et par un ensemble $E(c_i^n)$ de coefficients, avec $\sum_1^\infty |c_i^n|^2$ convergente (1), et sera noté $X^n = \sum_1^\infty c_i^n e_i$. Un ensemble de fonctions $c_i(t_1, t_2, \ldots, t_k)$, $i = 1, 2, \ldots$, représentera paramétriquement un vecteur en chaque point T d'un domaine D, $T(t_1, \ldots, t_k) \subset D$ où $\sum_1^\infty |c_i(T)|^2 \ldots (2)$ converge. $X(T) = \sum_1^\infty c_i e_i$ sera dite fonction représentative (et notée f. r.) de l'ensemble de vecteurs (qui peut être l'espace entier H). La condition *nécessaire* de la convergence forte (notée c. ft.) et faible (notée c. fb.) étant la

[1] Pour une autre forme du même principe on peut voir le travail de M. E. Borel, *Journal de Mathématiques pures et appliqués*, 9, 1908, p. 329 et aussi A. Khintchine, *Les succès des Sciences mathématiques* (en russe), (25), 3, 1948, p. 10.

convergence des coordonnées, $c_i^n \to c_i$, $n \to \infty$, pour chaque i [je suppose (1) valable pour tout c_i^n, sauf peut-être pour c_i], la f. r. permet d'établir un critère homogène pour la c. ft. et la c. fb., et fournit, entre autre l'analyse immédiate des diverses c. fb. décrites par M. G. Julia (¹).

I. Les coordonnées c_i^n d'une suite X^n étant données, soit un ensemble infini de fonctions $x_i(t)$, définies et continues pour $t \subset I_{a,b}$, et telles que pour chaque $i = 1, 2, \ldots$, on ait $x_i(t_n) = c_i^n$; $x_i(t_0) = c_i$; $x_i(t)$ monotone pour $t_n < t < t_{n+1}$; $\sum_i^\infty |x_i(t)|^2 \ldots$ (3) convergente pour $t_1 \leqq t < t_0$. Les X^n sont finis, mais pas nécessairement bornés dans leur ensemble; $X(t)$ est de première classe de Baire. Compte tenu du

Lemme. — *La limite d'une suite croissante de fonctions semi-continues inférieurement est une fonction semi-continue inférieurement,* dont la démonstration est immédiate, on montre que

1. Si la limite d'*une suite partielle quelconque* $\lim X(t_{n_p}) = A$, $t_{n_p} \to t_0$ est finie, on a $\Sigma |x_i(t_0)|^2 = |X^0|^2 < \infty$. Je dirai que X^n converge faiblement au sens de Hilbert (c. fb. H) vers X^0. [$X(t)$ est semi-continue inférieurement.]

2. Si $X(t)$ est continue en t_0 ($\|X\|^2$ l'est aussi) la convergence de (3) est uniforme. La convergence des normes est assurée et on a la c. ft.

3. Si $X(t)$ est discontinue en t_0, 1 étant admis, on a la c. fb. D'où l'énoncé : *une suite de vecteurs X^n converge si les coordonnées convergent et si au moins une suite partielle X^{n_p} admet une limite finie pour $n_p \to \infty$* [f. r. $X(t^{n_p} \to t_0) = A < \infty$]; *pour que la convergence soit forte, il faut et il suffit que* $X(t)$ *soit continue en* t_0; *pour que la convergence soit faible, il faut et il suffit que* $X(t)$ *soit discontinue en* t_0.

4. Si toute suite partielle admet une limite finie, les X^n sont bornés dans leur ensemble. C'est la convergence faible habituellement adoptée, un peu plus restreinte que la c. fb. H définie dans 1.

II. L'oscillation ω de $X(t)$ permet d'étudier la convergence ft. et fb. On a c. ft. $M\omega = m\omega = 0$; c. fb. $M\omega > m\omega = 0$; $M\omega = m\omega > 0$, $M\omega > m\omega > 0$; on retrouve les résultats de M. G. Julia (²).

Plus généralement, tout ensemble de vecteurs représentable par une f. r. $X(t)$ de première classe de Baire, finie, mais pas bornée, admet un ensemble résiduel sur $T \subset D$ et sur $E(X)$ de *points de c. ft.*

L'étude complète de la convergence pourrait se faire par une suite de décompositions de Baire de l'ensemble $E(T) \subset D$ suivant les ε_n décroissants. Les notations étant celles de Baire, posons

$$E(T) = P = \Sigma[\Sigma(P_\gamma^\nu - P_\gamma^{\nu+1}) + P_\gamma^\Omega - P_{\gamma+1}].$$

(¹) *Comptes rendus*, 216, 1943, p. 97-100 et 218, 1944, p. 376.

(²) Voir *Comptes rendus*, 216, *loc. cit.*

La répartition complète de points de convergence ft. et fb. et la nature de cette dernière sont déterminées par l'appartenance des points t_n, $n=1, 2, \ldots$, et t_0 des suites considérées aux différents ensembles partiels $P^{\nu}_{\gamma} - P^{\nu+1}_{\gamma}$ et $P^{\Omega}_{\gamma} - P_{\gamma+1}$.

Remarque. — Un point de c. ft. relatif à une décomposition ε_n pourrait devenir point de c. fb. pour une décomposition $\varepsilon_{n'} < \varepsilon_n$; la notion de *convergence forte à* ε *près* s'introduit naturellement.

III. Les fonctions de k variables séparément continues $x_i(t_1 \ldots, t_k)$ sont de première classe de Baire et quasi continues. $|X(T)|^2 = \sum_i^{\infty} |x_i(T)|^2 \ldots (4)$ et $X(T)$ sont de première classe de Baire (Kempisty). Précédemment [1], j'ai démontré que $x_i(t_1, t_2, \ldots, t_k)$ admet k réseaux orthogonaux R_k, de droites de continuité de x_i, réseaux partout denses dans D et parallèles aux axes de coordonnées; il existe aussi un $\overline{R_k} \subset R_k$, composé de k réseaux qui se coupent formant un quadrillage à k dimensions; une suite dénombrable des x_i admet un $\overline{R}_{k,\infty}$ commun à tous les x_i. Il s'ensuit que :

1° Si (4) converge, les points de c. ft. sont partout denses dans D, dans $E(x) \subset H$ et sur $\overline{R}_{k,\infty}$;

2° Si (4) converge uniformément, on a la c. ft. en tout point de continuité de $X(T)$ et, notamment, sur $\overline{R}_{k,\infty}$;

3° Il suffit que (4) converge uniformément pour $T(t_1, \ldots, t_k)$ variant sur sur $\overline{R}_{k,\infty}$, pour qu'on ait la c. ft. de toute suite $\{X^n\}$ situés sur $\overline{R}_{k,\infty}$;

4° Dans les cas 2° et 3°, quand chaque t_j ($j=1, 2, \ldots k$) parcourt alternativement son domaine de définition, les autres variables restant fixes, la norme du vecteur $X(t_1, t_2 \ldots, t_k)$ décrit k variétés H de points de c. ft., variétés qu'on peut approcher uniformément à ε près par des familles d'hyperquadriques $\left| \sum_i^m |x_i(t_1, \ldots, t_n)|^2 - |X(t_1, \ldots, t_k)|^2 \right| < \varepsilon$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème mixte pour le plan muni de coupures rectilignes alignées.* Note de M. **Caïus Jacob**, présentée par M. Henri Villat.

1. Dans un Mémoire [1] publié en 1943 nous avons indiqué, dans un cas particulier, un procédé permettant de résoudre le problème harmonique de Dirichlet pour un domaine multiplement connexe formé par le plan tout entier limité par plusieurs segments-frontière (a_j, b_j), $j=1, 2, \ldots, p$, situés sur l'axe réel, et qu'on désignera par C_j. Soit $U(x, y)$ la fonction harmonique,

---

[1] *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 17.

[1] *Mathematica*, 19, 1943, p. 106.

régulière, dans ce domaine, qui doit prendre les valeurs limites $f_j^+(x)$ et $f_j^-(x)$ sur les côtés positifs C_j^+ et négatifs C_j^- des coupures. Posons

$$F(z) = U(x, y) + iV(x, y),$$

$V(x, y)$ étant l'une quelconque des conjuguées harmoniques de $U(x, y)$. Les conditions d'uniformité de $F(z)$ sont

$$(1) \qquad \int_{C+} \frac{f^+(x) + f^-(x)}{\sqrt{P(x)}} x^{r-1}\, dx = 0 \qquad (r = 1, 2, \ldots, p-1),$$

où $P(z) = \prod_{j=1}^{p} (z - a_j)(z - b_j)$, la détermination du radical étant suivie par continuité. On a désigné pour abréger par C l'ensemble des C_j et par $f(x)$ les valeurs aux limites sur C. Les conditions (1) s'obtiennent par application de formules données ailleurs [2]. On en déduit immédiatement la solution du problème lorsque $f^+(x) + f^-(x) = 0$. Le cas où $f^+(x) = f^-(x)$ se ramène ensuite aisément au premier et au problème auxiliaire où les données se réduisent à des constantes, d'où résulte enfin la solution du cas général. Une autre méthode de résolution du problème a été donnée récemment par M. H. Hornich [3]. M. B. Epstein [4] en a ramené la résolution à une équation intégrale singulière.

2. Nous avons généralisé le problème plan de Dirichlet en cherchant à déterminer une fonction $F(z) = U(x, y) + iV(x, y)$, régulière en chaque point d'un domaine multiplement connexe, limité par des courbes $C_j (j = 1, 2, \ldots, p)$ et $D_k (k = 1, 2, \ldots, q)$, connaissant les valeurs limites de $U(x, y)$ sur les C_j, ainsi que celles de $V(x, y)$ sur les D_k [5]. On peut également expliciter la solution de ce problème lorsque les C_j et les D_k se réduisent à des segments alignés, non empiétants, situés par exemple sur Ox, le domaine étant alors le plan tout entier muni des coupures C_j et D_k. Soient $a_j < b_j (j = 1, 2, \ldots, p)$ et $c_k < d_k (k = 1, 2, \ldots, q)$ les abscisses des extrémités des segments C_j et D_k. Posons $P(z) = \prod_{j=1}^{p} (z - a_j)(z - b_j)$, $Q(z) = \prod_{k=1}^{q} (z - c_k)(z - d_k)$. Désignons par C^+ l'ensemble des côtés positifs des C_j, par D^+ celui des côtés positifs des D_k, par C^- et D^- les ensembles des côtés négatifs correspondants, par $f^+(x)$ et $f^-(x)$ les valeurs limites bornées et intégrables prescrites pour $U(x, y)$ sur C^+ et C^- et par $g^+(x)$, $g^-(x)$ les valeurs limites de $V(x, y)$

---

(2) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 9e série, 18, 1939, p. 363.

(3) *Rendiconti dei Lincei*, 3, 1947, p. 63.

(4) *Quarterly of Applied Mathematics*, 6, 1948, p. 301.

(5) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 2225; *Mathematica*, 11, 1935, p. 58.

sur D^+ et D^-. Les conditions d'uniformité de $F(z)$ sont alors les suivantes

$$(2)\quad i\int_{C+}\frac{f^+(x)+f^-(x)}{\sqrt{P(x)}}x^{j-1}\,dx-\int_{D+}\frac{g^+(x)-g^-(x)}{\sqrt{P(x)}}x^{j-1}\,dx=0, \qquad (j=1,2,\ldots,p-1),$$

$$(3)\quad \int_{C+}\frac{f^+(x)-f^-(x)}{\sqrt{Q(x)}}x^{k-1}\,dx-i\int_{D+}\frac{g^+(x)+g^-(x)}{\sqrt{Q(x)}}x^{k-1}\,dx=0, \qquad (k=1,2,\ldots,q-1),$$

où les éléments imaginaires n'entrent qu'en apparence. Ici encore $\sqrt{P(x)}$ et $\sqrt{Q(x)}$ sont à prendre avec les déterminations suivies par continuité.

Supposons qu'on ait (4) $f^+(x)=f^-(x)$, $g^+(x)=-g^-(x)$. Alors, les conditions (3) sont satisfaites d'elles-mêmes. Admettant que les conditions (2) correspondantes, que nous désignerons par (2′), le soient également, on aura comme solution du problème

$$(5)\qquad F_1(z)=\frac{1}{\pi}\sqrt{P(z)}\left\{i\int_{C+}\frac{f^+(\xi)\,d\xi}{(z-\xi)\sqrt{P(\xi)}}-\int_{D+}\frac{g^+(\xi)\,d\xi}{(z-\xi)\sqrt{P(\xi)}}\right\}$$

qui est bien holomorphe à l'infini en vertu de (2′). Admettons maintenant que (6) $f^+(x)=-f^-(x)$, $g^+(x)=g^-(x)$. Alors, si les conditions (3′) correspondantes sont encore remplies, on aura pour la solution $F_2(z)$ une expression analogue, à cela près que $P(z)$ sera à remplacer par $Q(z)$. La résolution du cas général se ramène facilement à celle de ces deux cas particuliers, suivie de celle du problème correspondant à des données constantes sur les C_j et les D_k, qu'on obtiendra par une combinaison linéaire à coefficients constants et réels des fonctions

$$G_j(z)=\int_{a_1}^{z}\frac{z^{j-1}\,dz}{\sqrt{P(z)}},\qquad H_k(z)=i\int_{c_1}^{z}\frac{z^{k-1}\,dz}{\sqrt{Q(z)}},\qquad \begin{cases} j=1,2,\ldots,p-1,\\ k=1,2,\ldots,q-1.\end{cases}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'unicité des solutions du problème de représentation conforme de Helmholtz (cas des obstacles non lisses).* Note de M. **Roger Huron**, présentée par M. Henri Villat.

Dans une Note récente ([1]) nous avons signalé des cas d'unicité des solutions du problème de représentation conforme de Helmoltz posé pour des obstacles polygonaux. Nous nous proposons d'étendre ces résultats à des obstacles plus généraux. Pour les notations et les références on se rapportera à la Note précitée.

Nous supposons maintenant que l'obstacle $\widehat{BC}$ est formé d'arcs de courbes $\widehat{BP_1}$, $\widehat{P_1P_2}$, …, $\widehat{P_{n-1}C}$ ayant chacun une courbure continue en chaque point. P_1P_2, …, P_{n-1} sont les sommets des *pointes* de notre obstacle. Leurs abscisses curvilignes sont respectivement l_1, l_2, …, l_{n-1}. Soit $\psi(l)$([1])

([1]) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 290.

l'équation intrinsèque de $\widehat{BC}$, nous supposons toujours

$$0 \leq \psi(l) \leq \pi, \qquad \psi(\alpha) \neq \pi, \qquad \psi(\beta) \neq 0,$$

et nous posons

$$\psi(l_j+0) - \psi(l_j-0) = \pi(2\alpha_j - 1) \qquad (j = 1, 2, \ldots, n-1).$$

On sait (*cf* K_2 p. 265) que, dans ce cas, le problème du sillage admet au moins une solution vérifiant outre le système (1) de notre Note précédente l'équation

$$l(s) = \int_0^s e^{-T(e^{is})} |df| + \alpha.$$

Cette équation, et le système (1) de la Note précitée sont maintenant équivalents à une *équation fonctionnelle* unique du type Schauder-Leray

$$x = \mathcal{F}[x, \psi(e), l_1, l_2, \ldots, l_n; \alpha\beta\, d_1\, d_2],$$

x désignant un élément de l'espace abstrait

$$\mathcal{E}[l(s), a, b, s_1, s_2, \ldots, s_{n-1}].$$

Désignons par $E[l(s), 0, \pi]$ l'ensemble des fonctions définies sur le segment $(0, \pi)$ et vérifiant sur ce segment une condition de Hölder et posons

$$\| l(s) \| = \text{maximum de } | l(s) | + C,$$

où C désigne la plus petite constante de la condition de Hölder vérifiée par $l(s)$. Toute solution éventuelle $l(s)$ appartient à un espace E. Il résulte de K_2 (p. 262) que la transformation fonctionnelle $\mathcal{F}(x)$ est complètement continue dans une certaine hypersphère de l'espace $\mathcal{E}$ sur lequel elle opère.

Ceci posé, dans le cas où :

$$0 \leq 1 - 2\alpha_j < 1 \qquad (j = 1, 2, \ldots, n-1),$$

c'est-à-dire où l'obstacle présente des pointes tournées vers le fluide vif, nous établissons, qu'au voisinage de chaque solution, $\mathcal{F}(x)$ admet une différentielle au sens de Fréchet. Il en résulte que les solutions sont isolées et que la théorie de l'indice topologique de MM. Schauder et Leray s'applique.

Dès lors le raisonnement se poursuit sans modifications essentielles comme il a été indiqué dans notre Note précédente. En définitive nous pouvons affirmer que le problème du sillage posé pour un obstacle courbe présentant des pointes, possède une et une seule solution dans les deux cas suivants :

a. L'obstacle est symétrique par rapport à l'axe du canal, ses pointes sont tournées vers le fluide vif, mais la concavité de ses arcs constitutifs est arbitraire.

b. L'obstacle est non symétrique, anguleux, convexe dans son ensemble par rapport au fluide vif.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les faisceaux de complexes linéaires.* Note de M. **André Charrueau**, présentée par M. Henri Villat.

La présente Note fait suite à une Note récente [1], dont nous conserverons les notations.

I. 1° Soient Φ un faisceau de complexes linéaires satisfaisant aux conditions indiquées au début de la Note précitée; D une droite réelle *quelconque* ne rencontrant aucun des axes Δ_1, Δ_2 des complexes spéciaux de Φ; D′ et D″ les conjuguées de D par rapport aux complexes λ' et λ'' de Φ, correspondant à des valeurs λ' et λ'' du coefficient λ. Les complexes de base de Φ sont quelconques, et λ' et λ'' sont différentes, chacune, des valeurs λ_1 et λ_2 relatives aux complexes spéciaux de Φ. Désignons par m, m', m'' les valeurs de λ correspondant aux complexes m, m', m'' de Φ comprenant respectivement D, D′, D″. D′ et D″ sont conjuguées par rapport à un complexe λ''' de Φ. On a

$$(\lambda_1, \lambda_2, m, \lambda') = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda', m') = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda'', \lambda'''),$$
$$(\lambda_1, \lambda_2, m, \lambda'') = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda'', m'') = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda', \lambda''').$$

2° La semi-quadrique Q_1 définie au paragraphe 1, 4° a, de la Note sus-indiquée est *sa propre figure polaire réciproque* par rapport à tout complexe non spécial de Φ.

3° Il est commode de prendre les axes rectangulaires de référence Ox, Oy, Oz sur les génératrices principales g_1, g_2 et la droite double H du cylindroïde S et de choisir, comme complexes de base de Φ, C_{p_1} et C_{p_2} dont les axes sont g_1 et g_2. Par hypothèse, les paramètres ν_1, ν_2 de C_{p_1} et C_{p_2} sont tels que $\nu_1 \neq 0$, $\nu_2 \neq 0$, $\nu_1 \neq \nu_2$. On a ici $\lambda_2 = -\lambda_1 \neq 0$.

Quand les complexes λ' et λ'' de Φ sont en *involution*, on a $\lambda'\lambda'' = \lambda_1^2$; d'où $m' = m''$; D′ et D″ appartiennent à *un même* complexe de Φ.

Supposons maintenant $\lambda'\lambda'' \neq \lambda_1^2$, avec $\lambda \neq \lambda''$. On a $m' \neq m''$. Soient D'_1 et D''_1 les conjuguées de D par rapport aux complexes de Φ en *involution* respectivement avec les complexes λ' et λ'' de Φ. D'_1 et D''_1 appartiennent respectivement aux complexes m' et m'' de Φ. Elles sont conjuguées, *comme* D′ *et* D″, par rapport au complexe λ''' de Φ. D′ et D''_1 sont conjuguées par rapport à un autre complexe λ'''_1 de Φ, et D″, D'_1 *aussi* sont conjuguées par rapport à ce dernier complexe. Et les complexes λ''' et λ'''_1 de Φ sont en *involution*.

Si les axes des complexes λ' et λ'' de Φ sont des génératrices *associées* de S, on a $\lambda'' = -\lambda'$, d'où $\lambda''' = -m$, quantité indépendante de λ'; les axes des complexes m et $\lambda''' = -m$ sont des génératrices *associées* de S. Si $\lambda'\lambda'' + \lambda_1^2 = 0$, on a $\lambda''' = -(\lambda_1^2/m)$, quantité indépendante de λ'. Les deux complexes $-m$ et $-(\lambda_1^2/m)$ de Φ sont en *involution*.

Soient $\overline{D}$ et $\overline{\Phi}$ les symétriques de la droite D et du réseau Φ par rapport au

---

[1] *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 712.

plan xOy; Q la quadrique qui comprend la semi-quadrique Q_1 relative à D et à Φ. D appartient au complexe $\overline{\mathcal{C}}$ de $\overline{\Phi}$, symétrique par rapport à xOy du complexe $\mathcal{C}$ de Φ comprenant $\overline{D}$.

Tout complexe de Φ est en *involution* avec tout complexe de $\overline{\Phi}$. *Les droites de* Q_1 *appartiennent au complexe* $\overline{\mathcal{C}}$.

Si D *n'est pas parallèle* à xOy, Q est un *hyperboloïde*; le centre de Q appartient à la *projection commune sur* xOy *des axes de* $\mathcal{C}$ *et de* $\overline{\mathcal{C}}$, et il en est encore ainsi pour toute droite, analogue à D, du même complexe $\overline{\mathcal{C}}$.

Si D est *parallèle* à xOy, Q est un *paraboloïde hyperbolique*. Quand D, parallèle à xOy, *ne rencontre pas* H, les axes de $\overline{\mathcal{C}}$ et de Q sont parallèles et situés dans un même plan parallèle à xOy. Quand D, parallèle à xOy, *rencontre* H, le paraboloïde Q est *équilatère* et les axes de $\overline{\mathcal{C}}$ et de Q sont *confondus*.

Pour toute droite parallèle à xOy et appartenant à $\overline{\mathcal{C}}$, l'axe du paraboloïde correspondant est donc parallèle à l'axe de $\overline{\mathcal{C}}$, ou confondu avec lui et situé dans le plan parallèle à xOy et passant par l'axe de $\overline{\mathcal{C}}$.

II. 1° Considérons deux complexes linéaires quelconques, $\mathcal{C}$ (non spécial) et $\mathcal{C}'$, et les conjuguées, par rapport à $\mathcal{C}$, des droites de $\mathcal{C}'$. Ces conjuguées forment un complexe linéaire $\mathcal{C}''$, *conjugué* de $\mathcal{C}'$ par rapport à $\mathcal{C}$. Les *axes* de $\mathcal{C}$, $\mathcal{C}'$, $\mathcal{C}''$ sont *perpendiculaires à une même droite qui les rencontre tous les trois*. Si $\mathcal{C}'$ et, par suite, $\mathcal{C}''$ sont *spéciaux*, leurs axes sont des droites *conjuguées* par rapport à $\mathcal{C}$. Quand l'axe de $\mathcal{C}'$, spécial ou non, est *confondu* avec celui de $\mathcal{C}$, il en est de même de l'axe de $\mathcal{C}''$; et si k, k', k'' sont les paramètres de $\mathcal{C}$, $\mathcal{C}'$, $\mathcal{C}''$, on a $k'k'' = k^2$.

2° Les conjugués des complexes du faisceau Φ par rapport à tout complexe de Φ *appartiennent à* Φ. Deux complexes quelconques $\mathcal{C}'$ et $\mathcal{C}''$, non spéciaux, de Φ sont *conjugués par rapport à deux complexes non spéciaux de* Φ *qui sont en involution*. Les conjugués d'un complexe de Φ par rapport à deux complexes de Φ en *involution* sont *confondus*. Si $\mathcal{C}'$ et $\mathcal{C}''$ ont pour axes deux génératrices *associées* de S, ils sont conjugués par rapport à C_{p_1} et à C_{p_2}; d'ailleurs, $\mathcal{C}''$ est alors le *symétrique* de $\mathcal{C}'$ par rapport à g_1 et à g_2.

Les deux complexes *spéciaux* de Φ sont conjugués par rapport à tous les complexes non spéciaux de Φ.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Généralisation du critérium de stabilité de Nyquist.* Note (*) de MM. **Marcel Demontvignier** et **Paul Lefèvre**, présentée par M. Georges Darrieus.

L'équation caractéristique d'un système linéaire peut toujours se mettre sous la forme suivante :

$$R(p) - A = 0 \quad \text{avec} \quad R(p) = \frac{F_r(p)}{F_s(p)}, \tag{1}$$

(*) Séance du 10 janvier 1949.

$F_r(p)$ et $F_s(p)$ étant des polynomes entiers de degré respectif r et s dont les coefficients des termes de degré r et s sont de même signe et Λ un paramètre pouvant provenir d'une mise en facteurs de polynomes élémentaires en p.

Le nombre N des solutions instables du système est égal au nombre de racines de l'équation (1) qui, dans le plan complexe de la variable p, ont leur image située dans le demi-plan réel positif. Ce demi-plan est borné par le contour d'exclusion Γ constitué par l'axe imaginaire et le demi-cercle à l'infini positif (*fig.* 1). Désignons par P le nombre de pôles du premier membre de (1)

$p=j\omega_0$

Fig. 1. Fig. 2.

situés à l'intérieur du contour Γ.

La théorie des fonctions analytiques donne la relation (2) $N - P = Q$ Q étant le nombre de tours que décrit, autour de l'origine, le point représentatif de $R(p) - \Lambda$ lorsque p décrit le contour Γ, Q étant compté positivement lorsqu'il y a concordance des sens de rotation.

Q désigne également le nombre de tours décrits, autour du point $(+\Lambda, 0)$, par le point représentatif de la fonction $R(p)$.

Lorsque les coefficients de l'équation (1) sont tous réels, la transformée conforme C de Γ par l'intermédiaire de $R(p)$ admet l'axe réel comme axe de symétrie. Il suffira donc, dans ce cas, de décrire la moitié du contour Γ et de compter le nombre Q de *demi-tours* décrits par C autour de $(+\Lambda; 0)$. La relation (2) reste valable, N et P conservant la même définition. Appliquons cette relation au cas où il existe des pôles à l'intérieur du contour Γ et sur l'axe imaginaire. Les équations à coefficients réels donnent, dans le cas le plus général, un pôle de multiplicité μ à l'origine et un certain nombre de pôles simples ou multiples sur le demi-axe imaginaire positif; à chacun de ces derniers correspond obligatoirement un pôle conjugué de même ordre de multiplicité sur le demi-axe imaginaire négatif.

Considérons le demi-contour de la figure 2. Nous décrirons autour du pôle à l'origine un quart de tour à distance infiniment petite et autour de chaque pôle, tel que $p = j\omega_0$ un demi-tour, également à distance infiniment petite.

Étudions les figures transformées de ces petits contours. La présence d'un pôle de multiplicité μ à l'origine signifie que l'on peut mettre la fraction $R(p)$ sous la forme $R(p) = [F_r(p)/p^\mu \Phi(p)]$.

Si nous évitons ce pôle, comme sur la figure 2, nous voyons immédiatement que le point représentatif de $R(p)$ décrit en même temps μ quadrants à l'infini, dans le sens rétrograde.

On voit de la même façon qu'à tout pôle de multiplicité quelconque situé

sur le demi-axe imaginaire positif, en dehors de l'origine, correspond un nombre de demi-tours à l'infini, dans le sens rétrograde, égal à son ordre de multiplicité; désignons par ϖ le nombre total des pôles de ce genre, chacun compté avec son ordre de multiplicité, il leur correspond ϖ demi-tours à l'infini dans le sens rétrograde.

Parcourons maintenant le demi-contour d'exclusion de la figure 2, il comprend :

a. le demi-axe imaginaire déformé infiniment peu, de manière à éviter les pôles; à ces derniers correspondent avec notre convention de signe $\varpi + (\mu/2)$ demi-tours à l'infini, donc aussi autour du point $(+A, 0)$.

D'autre part, la courbe représentative de $R(p)$ présente des parties dans le domaine fini ou rejoignant à l'infini les cercles correspondant aux pôles. Soit ν le nombre de tours décrits autour de $(+A, 0)$ lorsque ω varie de 0 à $+\infty$, ν étant compté positivement dans le sens des aiguilles d'une montre.

b. le quadrant à l'infini positif, auquel correspondent, si $r > s$, $r - s$ quadrants à l'infini, décrits dans le sens des aiguilles d'une montre et si $r < s$, $r - s$ quarts de tour à distance infiniment petite autour de l'origine; si $r - s = 0$, au quadrant à l'infini correspond un point à distance finie sur l'axe réel.

La relation (2) donne dans ces conditions

$$(4)\quad \begin{cases} \text{si } r > s, & N - P = 2\nu + \dfrac{r-s}{2} + \varpi + \dfrac{\mu}{2}, \\ \text{si } r \leq s, & N - P = 2\nu + \varpi + \dfrac{\mu}{2}. \end{cases}$$

Pour que le système (1) soit stable, il faut et il suffit que l'on ait $N = 0$, c'est-à-dire

$$(5)\quad \begin{cases} \text{si } r > s, & \nu = -\left(\dfrac{\varpi}{2} + \dfrac{\mu}{4} + \dfrac{r-s}{4} + \dfrac{P}{2}\right), \\ \text{si } r \leq s, & \nu = -\left(\dfrac{\varpi}{2} + \dfrac{\mu}{4} + \dfrac{P}{2}\right). \end{cases}$$

THÉORÈME. — *Pour que l'équation caractéristique* $R(p) - A = 0$ *corresponde à un régime stable, il faut et il suffit que, lorsque* ω *varie de* 0 *à* $+\infty$, *le point représentatif de* $R(j\omega)$ *décrive autour du point* $(+A, 0)$ *un nombre de tours à distance finie donnée par les équations* (5).

Tel est l'énoncé que l'on peut donner du Critérium de Nyquist étendu au cas le plus général.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur la mesure des caractéristiques d'un courant gazeux rapide au moyen d'un faisceau d'ultrasons.* Note (*) de Mlle **Geneviève Dubois** et M. **Roger Kling**, présentée par M. Jean Cabannes.

On sait les difficultés rencontrées dans la mesure des caractéristiques des courants gazeux rapides, en particulier dans le domaine transsonique. L'introduction de sondes dans le fluide en écoulement modifie les caractéristiques de celui-ci au voisinage de la sonde et la détermination précise des corrections qu'il serait nécessaire d'effectuer est souvent difficile.

C'est à la suite d'une suggestion de M. Robert Mercier préconisant l'emploi d'un faisceau d'ultrasons pour l'exploration d'une veine gazeuze en écoulement, que nous avons été conduits à étudier les possibilités d'application d'un tel procédé.

La méthode la plus simple consiste à émettre, à partir de la paroi et normalement à celle-ci, un faisceau d'ondes ultrasonores planes et à étudier, par une méthode optique appropriée, le comportement de ce faisceau dans la traversée de la veine. Des déviations qu'il subit on peut alors déduire par la règle de composition des vitesses, les vitesses locales d'écoulement, et des mesures de longueur d'onde, la célérité locale du son.

L'une des principales difficultés est d'obtenir un faisceau d'ondes ultrasonores planes bien délimité et suffisamment étroit pour n'intéresser qu'une zone réduite de l'écoulement. Si l'on veut éviter une absorption trop sensible des vibrations par l'air, on est amené à se limiter à des fréquences de l'ordre de 100 000 c/s correspondant à des longueurs d'onde de 3 à 4^{mm} pour lesquelles l'importance des phénomènes de diffraction rend inefficace l'interposition d'un diaphragme sur le trajet du faisceau ultrasonore.

La solution à laquelle nous nous sommes arrêtés consiste à utiliser une sirène de Hartmann [1] équipée d'un miroir parabolique de courte distance focale, permettant de rendre le faisceau parallèle ou légèrement convergent.

Avec une tuyère convergente de $0^{mm},7$ de diamètre et un résonateur cylindrique de 1^{mm}, dont la profondeur était égale au diamètre, les vibrations obtenues avaient une fréquence de 57 000 c/s et une énergie suffisante pour être mises en évidence par un montage de strioscopie dérivé de celui de Polhmann [2].

Les premiers essais de visualisation dans une veine d'air ont été effectués dans une tuyère subsonique de section rectangulaire dont les parois latérales

(*) Séance du 24 janvier 1949.

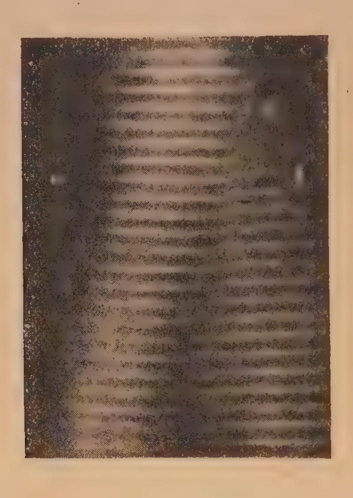
(1) *Phil. Mag.*, (7), **11**, 1931, p. 926.

(2) *Naturwiss.*, **23**, 1935, p. 511.

étaient munies de glaces. Un orifice percé dans l'un des profils permettait de faire pénétrer le faisceau ultrasonore dans la veine. Pour maintenir la continuité de la paroi, un écran transparent aux vibrations était disposé sur l'orifice.

Dans ces conditions on pouvait observer directement l'influence de la vitesse d'écoulement sur la propagation du faisceau d'ondes ultrasonores.

Dès que la vitesse moyenne atteint 30 m/s environ, le faisceau réfléchi sur le profil opposé, distant de 70^{mm}, se sépare nettement du faisceau incident (*fig.* 1).



Vitesse moyenne d'écoulement de l'air : 68 m/sec.

De la mesure de l'angle de déviation du faisceau, on peut déduire la vitesse moyenne d'écoulement. Les valeurs ainsi obtenues concordent, en général, à moins de 5 % près avec celles que l'on peut déduire, pour les basses vitesses ($V < 150$ m/s) de mesures de pression statiques effectuées à la paroi.

HYDRAULIQUE. — *Sur le fonctionnement des vannes secteur placées sur un seuil déversant.* Note (*) de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Nous avons étudié, sur un modèle réduit à l'échelle 0,12, l'écoulement plan sous une vanne secteur à mince paroi, placée sur un déversoir du type Creager dont le profil correspond à une charge amont au-dessus du seuil $H = 1^{m}$, cette dimension, comme toutes celles qui suivent, est relative à l'ouvrage en vraie grandeur. La vanne a un profil circulaire de rayon $R = H\sqrt{2} = 1^{m},414$.

Nous avons envisagé trois cas distincts en plaçant l'axe de rotation du secteur de telle sorte que la vanne, lorsqu'elle est complètement fermée, repose sur le sommet O du seuil, la tangente en ce point au secteur faisant alors avec

(*) Séance du 24 janvier 1949.

la verticale un angle correspondant aux valeurs successives :

Cas n°	I...............	30 degrés
»	II...............	45 »
»	III...............	60 »

Dans chacun de ces trois cas, nous avons étudié les mouvements obtenus, pour diverses valeurs de la cote h du plan d'eau amont et de celle A de l'arête inférieure de la vanne, comptées au-dessus du sommet O, la correspondance des valeurs de A et de h étant définie par le tableau suivant :

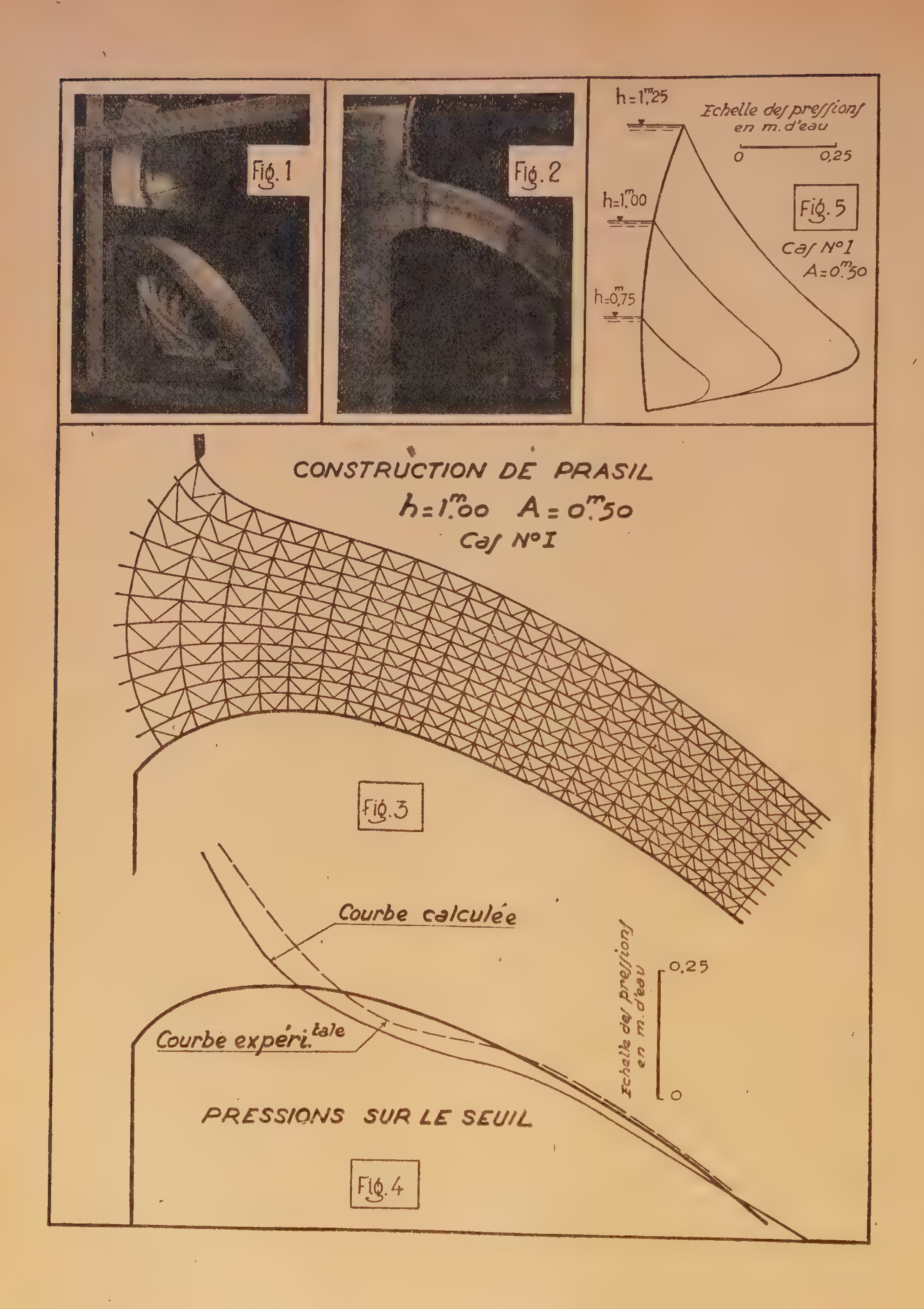
h en mètres...	0,50.	0,75.	1,00.	1,25.
A en mètres....	0,166	0,166	0,166	0,166
	0,333	0,333	0,333	0,333
	–	0,500	0,500	0,500
	–	–	0,666	0,666
	–	–	–	0,833

Nos mesures ont porté sur les débits, la forme des surfaces libres et des trajectoires, déterminées par photographie, ainsi que sur la répartition des pressions sur la vanne et sur le déversoir.

Le mouvement étant irrotationnel, la méthode graphique de Prasil peut être mise en œuvre. En négligeant les pertes de charge, on détermine la vitesse en chaque point de la surface libre, où la pression est égale à la pression atmosphérique : on connaît ainsi la répartition du potentiel le long de cette trajectoire particulière et l'on en déduit, par la construction graphique habituelle, tout le réseau des équipotentielles et des trajectoires : celui-ci fournit le débit, ainsi que la vitesse, et, au moyen de l'équation de Lagrange, la pression en chaque point.

Nous avons appliqué cette méthode pour chacune des trois positions de la vanne secteur, avec les ouvertures $A = 0^{m},166$ et $A = 0^{m},50$, sous une charge $h = H = 1^{m}$. Les débits mesurés sont un peu inférieurs aux débits ainsi calculés, en raison des frottements dont ne tient pas compte la construction de Prasil : l'écart maximum (position 1, $A = 0^{m},166$) est de 7,6 %; les cinq autres cas étudiés donnent des différences inférieures à 5 %

La figure 1 montre le modèle étudié. Les autres figures donnent, pour $A = 0^{m},50$, la photographie des trajectoires (*fig.* 2), la construction de Prasil (*fig.* 3) et les courbes des pressions mesurées et calculées le long du seuil (*fig.* 4), pour $h = H = 1^{m}$, ainsi que les répartitions de pressions sur le secteur, pour diverses valeurs de h (*fig.* 5).


Fig. 1
Fig. 2
h=1m25
Echelle des pressions en m. d'eau
0 0,25
h=1m00
Fig. 5
Cas N°1 A=0m50
h=0m75
CONSTRUCTION DE PRASIL
h=1m00 A=0m50
Cas N°I
Fig. 3
Courbe calculée
Echelle des pressions en m. d'eau
0,25
0
Courbe expéri.tale
PRESSIONS SUR LE SEUIL
Fig. 4

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la généralisation relativiste de l'équation intégro-différentielle de la diffusion des neutrons.* Note (*) de M. **Mircea Drăganu**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous avons essayé d'obtenir une généralisation relativiste de l'équation de O. Halpern, R. Lueneburg et O. Clark ([1]). Le point de départ est l'invariance par rapport à une transformation de Lorentz du nombre ΔN des particules contenues dans un élément de volume ΔV. En effet, le nombre ΔN est invariant par rapport aux transformations de Lorentz ([2]). Cette proposition peut être démontrée aussi, directement, d'une manière analogue à celle employée pour démontrer l'invariance de la charge ([3]).

On définit alors une densité corpusculaire n dans un système d'axes bien déterminé $S(O, x, y, z, t)$ comme la limite

$$n = \lim_{\Delta V \to 0} (\Delta N / \Delta V). \tag{1}$$

Cette densité ainsi définie se transforme d'après la formule

$$n = n_0 \sqrt{1 - \beta^2}, \qquad \beta = (v/c), \tag{2}$$

n_0 étant la valeur de la densité des particules dans le système d'axes propres.

La fonction qui donne la distribution des vitesses en relativité restreinte est de la forme ([4])

$$F(x, y, z, Q_x, Q_y, Q_z, t), \tag{3}$$

où Q_x, Q_y, Q_z sont les composantes spatiales de la vitesse généralisée

$$Q_x = \frac{v_x}{\sqrt{1-\beta^2}}, \qquad Q_y = \frac{v_y}{\sqrt{1-\beta^2}}, \qquad Q_z = \frac{v_z}{\sqrt{1-\beta^2}}. \tag{4}$$

On peut définir alors la probabilité de trouver une particule considérée dans le domaine ΔV avec des vitesses comprises entre (Q_x, Q_y, Q_z) et $(Q_x + dQ_x, Q_y + dQ_y, Q_z + dQ_z)$, par l'expression invariante du point de vue relativiste

$$\begin{aligned} & W(x, y, z, Q_x, Q_y, Q_z, t)\, dV\, dQ_x\, dQ_y\, dQ_z \\ & \quad = W_0(x, y, z, Q_x, Q_y, Q_z, t)\, dV_0\, dQ_x\, dQ_y\, dQ_z, \end{aligned} \tag{5}$$

la fonction W étant égale au produit des fonctions n et F;

(*) Séance du 10 janvier 1949.

([1]) *Phys. Rev.*, 53, 1938, p. 173.

([2]) M. v. Laue, *Die Relativitätstheorie*, I, Braunschweig, 1921, p. 107.

([3]) J. Becquerel, *Le principe de relativité et la théorie de la gravitation*, Paris, 1922, p. 94.

([4]) E. Jüttner, *Ann. d. Phys.*, (4), 34, 1911, p. 856-882.

W_0 est la valeur correspondante dans le système d'axes propres; dV_0 représente également la valeur de dV dans le même système.

On suppose les particules soumises au cours de leur mouvement à des chocs élastiques. Si l'on définit alors la probabilité par unité de temps

$$\Phi(Q_x, Q_y, Q_z, Q'_x - Q_x, Q'_y - Q_y, Q'_z - Q_z)\, dQ'_x\, dQ'_y\, dQ'_z. \tag{6}$$

pour qu'une particule change sa vitesse Q'_x, Q'_y, Q'_z et passe par suite d'un choc dans l'élément d'extension en phase $dx\,dy\,dz\,dQ_x\,dQ_y\,dQ_z$. En désignant par $\Gamma(Q_x, Q_y, Q_z)$ la probabilité totale de déviation par unité de temps et par $\Omega(Q_x, Q_y, Q_z)$ la probabilité totale de capture par unité de temps et employant la formule de Jüttner ([5])

$$\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \sqrt{1+\frac{Q^2}{c^2}}, \qquad \vec{Q}^2 = Q_x^2 + Q_y^2 + Q_z^2, \tag{7}$$

on obtient l'équation intégro-différentielle

$$\begin{aligned} \sqrt{1+\frac{Q^2}{c^2}}\,\frac{\partial W}{\partial t} + \left(\vec{Q}.\operatorname{grad} W_0\right) &= \int W_0(x, y, z, Q'_x, Q'_y, Q'_z, t) \\ &\quad \times \sqrt{1+\frac{Q'^2}{c^2}}\,\Phi(Q_x, Q_y, Q_z, Q'_x - Q_x, Q'_y - Q_y, Q'_z - Q_z)\, dQ'_x\, dQ'_y\, dQ'_z \\ &\quad + W_0(x, y, z, Q_x, Q_y, Q_z, t)\sqrt{1+\frac{Q^2}{c^2}}\,[\Gamma(Q_x, Q_y, Q_z) + \Omega(Q_x, Q_y, Q_z)], \end{aligned} \tag{8}$$

qui représente une généralisation relativiste de la formule de O. Halpern, R. Lueneburg et O. Clark.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Théorie unitaire du champ physique. I. Les tenseurs fondamentaux et la connexion affine.* Note (*) de Mme **Marie-Antoinette Tonnelat**, présentée par M. Louis de Broglie.

Les théories basées sur l'emploi de variétés à connexion affine très générales ont été développées par plusieurs auteurs ([1]) et tout récemment reprises par Einstein et Schrödinger ([2]). Le but de ce travail est de généraliser ces théories :

([5]) *Loc. cit.*, p. 859.

(*) Séance du 24 janvier 1949.

([1]) Eddington, *Proc. Roy. Soc.*, A 99, 1921; L. Infeld, *Zeits f. Phys.*, 50, 1928, p. 137; Einstein, *Ann. Inst. Poinc.*, 1931; Eyraud, *Thèse*, 1926.

([2]) Einstein, *Ann. of Math.*, 47, p. 578; Schrödinger, *Proc. of the Roy. Ir. Acad.*, 49, A, (3), 1943, p. 43; 49, A, (16), 1944, p. 275; 51, A, (4), 1946, p. 41; 51, A, (13), 1947, p. 163; 51, A, (16), 1948, p. 205; 52, A, (1), 1948, p. 1; M.-A. Tonnelat, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 1162 et 1211.

1° En considérant tous les tenseurs symétriques et antisymétriques qu'il est possible de former d'une manière simple, de façon à augmenter les possibilités d'interprétation de la théorie;

2° En ne faisant aucune hypothèse restrictive *a priori* sur la forme de la connexion affine et en poursuivant le calcul des coefficients de connexion sans approximation.

La connexion affine de la variété est déterminée par la donnée de coefficients $\Delta^{\rho}_{\mu\nu}$. Dans le cas général, on peut écrire :

$$\Delta^{\rho}_{\mu\nu} = \Gamma^{\rho}_{\mu\nu} + \frac{1}{2}\Lambda^{\rho}_{\mu\nu} \qquad (\Lambda_{\mu} = \Lambda^{\rho}_{\mu\rho}),$$

$\Gamma^{\rho}_{\mu\nu}$ et $\Lambda^{\rho}_{\mu\nu}$ étant respectivement symétrique et antisymétrique en μ et ν. $\Lambda^{\rho}_{\mu\nu}$ est lié à l'introduction d'une torsion de la variété. A l'aide des $\Delta^{\rho}_{\mu\nu}$, on forme le tenseur de courbure :

$$R^{\tau}_{\mu\nu\rho} = \partial_{\mu}\Delta^{\tau}_{\rho\nu} - \partial_{\nu}\Delta^{\tau}_{\rho\mu} + \Delta^{\lambda}_{\rho\nu}\Delta^{\tau}_{\lambda\mu} - \Delta^{\lambda}_{\rho\mu}\Delta^{\tau}_{\lambda\nu},$$

et les trois tenseurs du second rang.

$$\begin{aligned} R_{\mu\nu} &= R^{\rho}_{\rho\mu\nu} = \partial_{\rho}\Delta^{\rho}_{\nu\mu} - \partial_{\mu}\Delta^{\rho}_{\nu\rho} + \Delta^{\lambda}_{\nu\mu}\Delta^{\rho}_{\lambda\rho} - \Delta^{\lambda}_{\nu\rho}\Delta^{\rho}_{\lambda\mu}, \\ S_{\mu\nu} &= R^{\rho}_{\mu\nu\rho} = \partial_{\mu}\Delta^{\rho}_{\rho\nu} - \partial_{\nu}\Delta^{\rho}_{\rho\mu}, \\ H_{\mu\nu} &= \partial_{\mu}\Lambda_{\nu} - \partial_{\nu}\Lambda_{\mu}. \end{aligned}$$

Le tenseur $R_{\mu\nu}$ est la généralisation du tenseur d'Einstein $R^{\rho}_{\rho\mu\nu}$. $S_{\mu\nu}$ correspond à la deuxième contraction du tenseur de courbure, $H_{\mu\nu}$ est lié à la torsion. Il est commode de scinder $R_{\mu\nu}$ en parties symétrique et antisymétrique

$$G_{\mu\nu} = \frac{1}{2}(R_{\mu\nu} + R_{\nu\mu}),$$

$$F_{\mu\nu} = \frac{1}{2}(R_{\mu\nu} - R_{\nu\mu}) = \frac{1}{2}(\partial_{\nu}\Delta^{\rho}_{\mu\rho} - \partial_{\mu}\Delta^{\rho}_{\nu\rho}) - \frac{1}{2}\Lambda^{\rho}_{\mu\nu;\rho} \quad (^{3}),$$

$;\rho$ désignant la dérivation covariante habituelle (dérivation $+$ avec les notations d'Einstein) effectuée à l'aide des Δ.

Si la torsion est nulle, les tenseurs fondamentaux se réduisent au tenseur symétrique $G_{\mu\nu}$ et à un seul tenseur antisymétrique. Dans le cas général, les

---

(3) Les tenseurs $R_{\mu\nu}$ et $S_{\mu\nu}$ correspondent aux tenseurs du même nom de la théorie de Schrödinger, les tenseurs $G_{\mu\nu}$ et $F_{\mu\nu}$ aux tenseurs γ_{kl} et Φ_{kl} de cette théorie, le tenseur $H_{\mu\nu}$ est sans équivalent.

La théorie de Eyraud postule uniquement l'existence des tenseurs $G_{\mu\nu}$ et $S_{\mu\nu}$, ce qui conduit à de grandes simplifications dans le calcul des coefficients $\Delta^{\rho}_{\mu\nu}$, les difficultés de calcul provenant de l'introduction de $F_{\mu\nu}$.

La généralisation la plus simple de la théorie d'Einstein conduit à la définition de $R_{\mu\nu}$. Il semble donc naturel de supposer que la fonction d'action dépend au moins de $G_{\mu\nu}$ et de $F_{\mu\nu}$ (uniquement de $G_{\mu\nu}$ et de $F_{\mu\nu}$ dans la théorie d'Einstein), malgré les difficultés qui résultent de la présence de $F_{\mu\nu}$.

tenseurs fondamentaux qui définissent les champs, sont, d'une part, le tenseur symétrique $G_{\mu\nu}$, d'autre part, trois combinaisons linéaires quelconques des tenseurs $F_{\mu\nu}$, $S_{\mu\nu}$ et $H_{\mu\nu}$.

Les équations fondamentales de la théorie peuvent alors se déduire d'un principe variationnel

$$\delta \int \mathfrak{A}\, d\tau = 0 \tag{1}$$

appliqué à une fonction d'action $\mathfrak{A}$ qui dépend des $\Delta^{\rho}_{\mu\nu}$ et de leurs dérivées premières par l'intermédiaire des $G_{\mu\nu}$, $L_{\mu\nu}$, $S_{\mu\nu}$, $H_{\mu\nu}$ et éventuellement du tenseur contracté Λ_{μ}. Nous pouvons définir les densités tensorielles :

$$\mathfrak{F}^{\mu\nu} = 2\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial F_{\mu\nu}}, \quad \mathfrak{S}^{\mu\nu} = 2\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial S_{\mu\nu}}, \quad \mathfrak{H}^{\mu\nu} = 2\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial H_{\mu\nu}}, \qquad \mathfrak{G}^{\mu\nu} = 2\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial G_{\mu\nu}}, \quad \mathfrak{C}^{\mu} = \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial \Lambda_{\mu}}.$$

Les équations d'Euler :

$$\frac{d}{dx^{\sigma}} \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial \dfrac{\partial \Delta^{\rho}_{\mu\nu}}{\partial x^{\sigma}}} - \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial \Delta^{\rho}_{\mu\nu}} = 0,$$

équivalentes à (1), nous conduisent immédiatement à une relation (I)'.

La contraction suivant une 1re paire d'indices nous donne

$$\mathfrak{F}^{\rho} - 4\,\mathfrak{S}^{\rho} + 3\,\mathfrak{H}^{\rho} = \mathfrak{C}^{\rho}, \tag{2}$$

en posant $D_{\rho}\mathfrak{F}^{\rho\alpha} = \mathfrak{F}^{\alpha} \ldots$, D_{ρ} désignant cette fois la dérivation covariante, univoquement déterminée, effectuée à l'aide des $\Gamma^{\rho}_{\mu\nu}$ symétriques. La contraction suivant une 2e paire d'indices et la substitution dans (I)' nous conduit à la relation

$$D_{\gamma}\mathfrak{R}^{\alpha\beta} - \frac{1}{2}\mathfrak{R}^{\alpha\beta}\Lambda_{\gamma} + \frac{1}{2}(\mathfrak{R}^{\alpha\rho}\Lambda^{\beta}_{\gamma\rho} - \mathfrak{R}^{\rho\beta}\Lambda^{\alpha}_{\gamma\rho}) + \frac{1}{3}\mathfrak{R}^{\alpha\mu}\Lambda_{\mu}\delta^{\beta}_{\gamma} = -\frac{2}{3}\mathfrak{F}^{\beta}\delta^{\alpha}_{\gamma} + \frac{2}{3}(\mathfrak{S}^{\alpha}\delta^{\beta}_{\gamma} + \mathfrak{S}^{\beta}\delta^{\alpha}_{\gamma}) \tag{I}$$

en posant $\mathfrak{R}^{\alpha\beta} = \mathfrak{G}^{\alpha\beta} - \mathfrak{F}^{\alpha\beta}$.

La difficulté consiste à déterminer rigoureusement la connexion affine d'après les 64 équations (I). C'est à la résolution de (I) en fonction des coefficients $\Delta^{\rho}_{\mu\nu}$ que nous devons maintenant nous employer.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *La notion de masse et ses conventions en relativité cinématique*. Note de M. **Maurice Causse**, présentée par M. Louis de Broglie.

1. Milne définit la masse (¹) par les conditions *a priori* suivantes :

a. C'est un scalaire qui doit rester constant pour toute particule libre sur sa trajectoire.

(¹) *Proc of Roy. Soc.*, 154, 1936.

b. Ce doit être une fonction des variables P, V, t, qui prend la même valeur que toutes les particules fondamentales.

c. Toute action extérieure modifie la trajectoire libre, donc la masse; cette variation doit donner une mesure de l'énergie, la masse devra donc comprendre une mesure de l'énergie totale d'une particule.

Milne ajoute d'autres conditions qui ne sont pas indépendantes de celles-ci, il est facile de déduire les deux premières : *b*. Que M est fonction uniquement de ξ, seul invariant relativiste qui prenne la même valeur (1) pour toutes les particules fondamentales; *a*. que le mouvement libre est celui pour lequel ξ est constant, c'est celui d'une particule en présence du seul substratum $G(\xi) = -1$.

Pour préciser ce point, le plus simple est d'étudier, avec M. Wilson [2], le mouvement rectiligne en se plaçant dans le plan x, $ict = \omega$. Dans ce plan, on voit d'abord que les invariants dans une rotation, pour un élément de contact, sont $X = x^2 + \omega^2$, et $\xi = \cos^2 V$, V étant l'angle du rayon vecteur avec la tangente. Dans le cas général, l'équation de la trajectoire, avec les conventions de signe habituelles, est $1/R = -pG(\xi)/p^2$, qui, dans le cas où $G(\xi) = -1$, donne par des considérations géométriques simples, $p'^2 - pp'' = 0$, puis $p'/p = \text{tg}\, V = \text{const}$. On a donc une spirale logarithmique, et $\xi = \text{const.}$, est la seule intégrale première; la condition $\xi = \text{const.}$ entraîne réciproquement $G(\xi) = -1$. Ajoutons à ces considérations le fait simple qu'en revenant aux variables réelles, on trouve pour diagramme une courbe déduite des courbes de type $y = x^\alpha \times \alpha > 0$ pour une rotation de $-45°$. C'est-à-dire que le mobile part avec la vitesse $\pm c$, puis s'arrête, revient en arrière, et tend, pour $t \to +\infty$, vers la vitesse limite $\mp c$. Il est donc inexact, dans ce cas, que les particules atteignent la vitesse c au bout d'un temps fini.

2. Nous faisons ensuite à Milne cette critique, que toutes les équations de la dynamique, et la définition des grandeurs fondamentales, sont établies sur la seule analyse du mouvement libre, dont il ne justifie même pas la notion *a priori*, mais *a posteriori*, du fait que $m\xi^{\frac{1}{2}}$ est bien une constante si $G(\xi) = -1$. Et s'il n'y a pas de contradictions dans la suite, cela provient d'abord de ce que la fonction $M(\xi)$ peut être choisie à peu près arbitrairement. De toutes façons il n'est pas logique de définir une force autrement que par *cause d'une perturbation dans le mouvement d'une particule libre*. De plus, on n'aura traité le problème des deux corps, non pas, comme Milne le fait en dynamique, en supposant l'une des particules fondamentales, mais dans le cas général.

3. Les équations du mouvement libre ont la propriété de dépendre d'un

---

(2) *Phil Mag.*, 1946.

paramètre arbitraire $M(\xi)$, soumis à la seule condition d'être une fonction analytique de ξ :

$$\frac{1}{Y^{\frac{1}{2}}}\frac{d}{dt}M(\xi)\frac{V}{Y^{\frac{1}{2}}} = -\left(P - \frac{VZ}{Y}\right)\frac{M(\xi)}{X},$$

en adjoignant à cette équation sa composante de temps, et par une combinaison convenable, on retrouve bien la condition $\xi = \text{const.}$ (le calcul fait par Milne pour $M(\xi) = m\xi^{\frac{1}{2}}$ subsiste sans changement).

On peut donc définir la force par l'écart avec ce mouvement libre, en ajoutant F au deuxième membre. On peut alors reproduire sans changement les calculs de Milne sur le moment cinétique, et les résultats qui s'en déduisent par des approximations légitimes sont toujours valables, en particulier la remarquable interprétation des nébuleuses spirales planes (³). De même pour la théorie électromagnétique (⁴).

Milne désire qu'en première approximation la fonction masse se réduise à l'expression d'Einstein $m/\left[1 - (v^2/c^2)^{\frac{1}{2}}\right]$; mais il est alors plus logique d'écrire les équations du mouvement en prenant pour variable, non t, mais $X^{\frac{1}{2}}$, temps cosmique invariant lorsqu'on change d'observateur fondamental, puisque c'est du *temps propre* que vient le coefficient d'Einstein. Ajoutons que c'est le seul moyen d'aborder logiquement le problème des deux corps, si l'on veut définir la simultanéité de façon invariante. Pour avoir négligé cette condition, Milne cherche des équations de forme invariante, tant en gravitation qu'en électromagnétisme, alors que les conditions dans lesquelles il les établit ne le sont pas.

L'équation fondamentale de la dynamique peut alors s'écrire

$$(1) \qquad \frac{d}{dX^{\frac{1}{2}}}\left(M(\xi)\frac{V}{Y^{\frac{1}{2}}}\right) = -\left(P - \frac{VZ}{Y}\right)\frac{M(\xi)}{X\xi^{\frac{1}{2}}} + F.$$

Ainsi les définitions de la force et de la masse inerte sont liées par une équation différentielle à quatre composantes, mais cette définition dépend d'une fonction arbitraire.

TECHNIQUE DU VIDE. — *Théorie d'un micromanomètre thermique. Cas des faibles pressions.* Note (*) de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. Louis de Broglie.

J'ai indiqué dans une Note précédente (¹) les résultats que j'ai obtenus avec une jauge à fil chaud montée d'une manière symétrique en pont équilibré, le

(³) *Proc of Roy. Soc.*, 160, 1937.
(⁴) *Proc. of Roy. Soc.*, 1938.

(*) Séance du 17 janvier 1949.
(¹) L. Dunoyer, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1147.

courant se partageant à son entrée dans le losange du pont en deux branches comprenant l'une l'ampoule manométrique et une partie d'un fil tendu, l'autre l'ampoule compensatrice, identique à la première, et l'autre partie de ce même fil. La pression est mesurée par les déplacements qu'il faut imprimer au contact sur ce fil pour maintenir l'équilibre. Je me propose de faire la théorie de ce dispositif.

Soit I l'intensité d'alimentation, maintenue constante, i et i' les intensités dans les deux moitiés du pont, L et L' les résistances de l'ampoule compensatrice, bien vidée, et de l'ampoule manométrique, où règne la pression p, T et T' les températures absolues de leurs filaments, t et t' leurs températures centigrades, Θ la température absolue des parois, S la surface de chacun des filaments, B leur brillance énergétique totale, α le coefficient de température de leur résistivité, K le coefficient de conductibilité thermique du gaz, R la résistance totale de fil du pont, λ sa longueur, ρ sa résistivité, s sa section, r et r' les résistances de ses deux parties, respectivement en série avec L et L'. En négligeant les pertes de chaleur par conductibilité métallique aux extrémités des filaments, on a les équations suivantes :

$$L i^2 = BS(T^4 - \Theta^4), \tag{1}$$

$$L' i'^2 = BS(T'^4 - \Theta^4) + KpS(T' - \Theta), \tag{2}$$

$$I = i + i', \tag{3}$$

$$L i = L' i', \tag{4}$$

$$L = L_0(1 + \alpha t), \tag{5}$$

$$L' = L_0(1 + \alpha t'), \tag{6}$$

$$r = R\frac{L}{L + L'}, \tag{7}$$

$$R = \rho\frac{\lambda}{s}. \tag{8}$$

Supposons que p varie de dp et qu'on maintienne l'équilibre du pont en déplaçant le contact de dP. Le quotient différentiel (dP/dp) définira la *sensibilité*. Si p varie de dp à partir de zéro, nous l'appellerons *sensibilité initiale*. Nous nous proposons de la calculer.

Il faut pour cela différentier les équations précédentes, ce qui donne des relations entre di, di', dL, dL', dp, dr, où l'on pose $p = 0$, $T' = T$, $i' = i$. On peut alors en tirer dt en fonction de dp, puis dr en fonction de dt, et par suite $dP = (s/\rho)\,dr$ en fonction de dp. On obtient finalement

$$\frac{dP}{dp} = \frac{K\lambda}{4B}\,\frac{(T - \Theta)\alpha}{5\alpha T^4 + 4(1 - 273\alpha)T^3 - \alpha\Theta^4}. \tag{9}$$

Cette formule assez simple fournit plusieurs résultats intéressants, qui s'étendent pratiquement à un domaine de pression notable, puisque les courbes

d'étalonnage, qui représentent P en fonction de p, comportent une assez longue partie rectiligne.

1° Le choix du fil du pont n'influe sur la sensibilité initiale que par sa longueur.

2° Toutes choses égales d'ailleurs, la sensibilité est proportionnelle à la conductibilité calorifique du gaz K. Il est à noter que ce coefficient dépend du coefficient d'accommodation du gaz au contact du filament.

3° Sous cette réserve, la sensibilité ne dépend du choix des filaments que par leur radiance énergétique et par leur coefficient de température. Elle est inversement proportionnelle à la première et croît avec le second, mais beaucoup plus lentement que lui.

4° La sensibilité présente un maximum pour une certaine température des filaments, maximum d'autant plus grand et d'autant plus aigu que la température de la paroi est plus basse. La température du maximum est en même temps d'autant moins élevée au-dessus de la température des parois. En plongeant les ampoules dans l'oxygène ou dans l'azote liquides, on peut ainsi multiplier la sensibilité maximum par un facteur de l'ordre de 50. Si la température des filaments est au contraire très supérieure à celle du maximum, il y a peu d'avantage à refroidir les ampoules.

5° Si la température des parois diffère de $\Delta\Theta$ de celle pour laquelle la courbe d'étalonnage a été établie, on commet sur la pression une erreur Δp. La formule (9) conduit, avec une bonne approximation, à la relation

$$\frac{\Delta p}{p} = -\frac{\Delta\Theta}{T-\Theta}, \tag{10}$$

d'où il suit que :

a. si la température des parois est plus élevée que celle qui correspond à la courbe d'étalonnage, la pression vraie est plus forte que la pression lue, et vice versa.

b. à une erreur donnée sur la température des parois correspond une erreur relative sur la pression d'autant plus grande que la température des filaments est plus basse. Si l'on opère au maximum de sensibilité avec des parois très refroidies, il faut donc contrôler leur température beaucoup plus rigoureusement que si l'on porte les filaments à une température relativement élevée (300 à 400° par exemple) avec les parois à la température ambiante. Dans ces dernières conditions, une excellente stabilité est beaucoup plus facile à réaliser, et il est facile de s'arranger de manière qu'une erreur $\Delta\Theta$ atteignant 10° au voisinage de la température ambiante n'entraîne pas une erreur de plus de 2 % sur la pression.

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur la théorie des réseaux électriques polyphasés.* Note (*) de M. **François H. Raymond**, présentée par M. Louis de Broglie.

Deux Notes ([1]) de G. Nasse ont attiré à nouveau l'attention sur ce sujet. Ces deux Notes reprennent des propositions que nous avions énoncées précédemment ([2]). Dans cette Note, nous voulons préciser quelques points de cette théorie.

Considérons un réseau de Kirchhoff comportant deux groupes de $n+1$ bornes. Ses équations s'écrivent

$$(1)\qquad E_{(1)}=AI_{(1)}+BI_{(2)},\qquad E_{(2)}=CI_{(1)}+DI_{(2)},$$

l'indice (1) désignant un groupe de bornes, l'indice (2) l'autre groupe de bornes. Les E et I sont les vecteurs tensions et courants à n composantes et les A, B, ..., D des matrices dont les termes sont des fonctions rationnelles de p (variable complexe). Appliquons aux vecteurs nommés ci-dessus une matrice de transformation T. Si l'on peut trouver une telle matrice que ramène à la forme diagonale simultanément les quatre matrices ci-dessus, l'ensemble des équations (1) est équivalent à n équations du type :

$$(2)\qquad \begin{pmatrix} l_{(1)i} \\ l_{(2)i} \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} a_i & b_i \\ c_i & d_i \end{pmatrix}\begin{pmatrix} i_{(1)i} \\ i_{(2)i} \end{pmatrix}\qquad (i=1,\,2,\,\ldots,\,n),$$

les a_i, b_i, ..., d_i étant les valeurs caractéristiques respectives des matrices A, B, ... correspondant au même vecteur propre. On sait qu'il faut pour que cela soit possible que les matrices A forment un groupe permutable. Il en est ainsi des matrices polyphasées symétriques ([3]). L'ensemble des équations (2) est donc équivalent à (1). Si les matrices A, B, C, D sont polyphasées symétriques, *la condition est suffisante.* La matrice T qui convient est, F étant la matrice de Fortescue rappelée par Nasse dans sa Note, $T=mF+nF^{*}$, m et n étant des scalaires choisis afin que T soit normée.

Dans l'hypothèse d'un réseau de Kirchhoff, la matrice

$$(3)\qquad \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$$

est symétrique, donc $B=c_t$, d'où résulte une relation simple que nous avons établie ([4]) entre les valeurs propres ou impédances cycliques b_i et c_i. Il est évident (hypothèse de réseaux linéaires) que ces propriétés valent en régime libre ou transitoire et en régime permanent, mais on ajoutera, si l'on veut

(*) Séance du 17 janvier 1949.

([1]) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1215-1216; *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1350-1352.

([2]) *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 113-115; *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 148-150.

([3]) *Thèse*, Paris, 1945, Chapitre I, parag. VII et VIII.

([4]) *Thèse*, Paris, 1945, Chapitre I, parag. VI et *Revue Scientifique*, mars 1942, p. 128-129.

donner un sens physique aux e et i dans (2) que la matrice T doit être réelle, orthogonale, afin de conserver les puissances électriques. Le choix de la métrique euclidienne en fonction de la notion d'énergie conduit à la matrice des composantes quasi symétriques ([5]) dont le rôle apparaît ici clairement, ainsi qu'il était indiqué dans un travail antérieur ([6]).

De (2) on peut déduire une forme d'écriture des équations analogues à celles d'un *quadripôle*. Nous avions démontré les propriétés rappelées par Nasse. Les e et i ont un sens physique selon le choix de la matrice T (conservation de l'énergie instantanée, ou moyenne selon les moyens de mesure dont on dispose), mais de toutes façons les *quadripôles* élémentaires auxquels on aboutit ne sont pas susceptibles d'être construits physiquement, leur synthèse est, en effet, impossible, car le quotient b_i/c_i est différent de l'unité (ou leur déterminant, défini usuellement, est différent de un) sauf pour les composantes homopolaires pour lesquelles $b_i = c_i$. Un cas d'exception se présente, c'est celui où B est, comme A et C, symétrique par rapport à sa diagonale principale, on a alors $b_i = c_i$ quel que soit $i = 1, 2, \ldots, n$. Les quadripôles (2) sont susceptibles d'une synthèse par des réseaux de Kirchhoff indépendants. Dans ce cas, on peut démontrer que (1) jouit d'une propriété, dont celle qui vient d'être énoncée est la conséquence, et qui généralise la théorie des quadripôles. Si l'on résout (1) par rapport aux E et I d'indice (1), on a

$$(4) \qquad \begin{pmatrix} E_{(1)} \\ I_{(1)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_{(2)} \\ I_{(2)} \end{pmatrix},$$

ou par un calcul facile

$$M_{11} = AC^{-1}, \qquad M_{12} = AC^{-1}D - B, \qquad M_{21} = C^{-1}, \qquad M_{22} = C^{-1}D.$$

Comme les matrices sont permutables, on a

$$P = M_{11}M_{22} - M_{21} - M_{12} = AC^{-1}C^{-1}D - C^{-1}AC^{-1}D + C^{-1}B = C^{-1}B,$$

ou

$$P = BC^{-1} = BB_t^{-1}.$$

Si B est symétrique $P = (I)$ (matrice unité).

Dans le cas de réseaux linéaires actifs (tels que ceux comportant des groupes tournants et plus généralement des transducteurs électromagnétiques ou électrostatiques ou des tubes à vide) les propriétés énoncées ci-dessus et rappelées pour une partie par G. Nasse, ne sont valables que le long de l'axe $p = j\omega$. Dans le cas des transducteurs polyphasés électromagnétiques, nous avions montré que les matrices polyphasées symétriques étaient la somme d'une matrice symétrique et d'une matrice hermitique ([7]).

([5]) *Thèse*, Chapitre I, parag. VIII.

([6]) *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 450-452.

([7]) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 640-642; *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 812-814; *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 910-912; *Thèse*, Chapitre IV.

ÉLECTROSTATIQUE. — *Potentiel et champ d'une électrode plane percée d'un trou elliptique.* Note (*) de M. **Maurice Cotte**, présentée par M. Louis de Broglie.

Les défauts des images du microscope électronique produits par une ovalisation des électrodes ([1]) ont amené à étudier par des méthodes approchées des champs électriques s'écartant de la symétrie de révolution ([2]). Le cas schématique d'une électrode plane percée d'un trou elliptique peut être étudié rigoureusement.

L'électrode, située dans le plan $z=0$, est percée d'une ouverture dont le contour est une ellipse d'axes $2a$, $2b$. Introduisons les coordonnées elliptiques λ, μ, ν, qui sont les solutions, classées par valeurs décroissantes, de l'équation en s,

$$\frac{x^2}{a^2+s}+\frac{y^2}{b^2+s}+\frac{z^2}{s}-1=0. \tag{1}$$

Les points de l'électrode sont caractérisés par $\lambda>0$, $\mu=0$; les points du trou par $\lambda=0$, $\mu<0$.

Nous partirons de la solution de l'équation de Laplace qui donne le potentiel des vitesses pour le mouvement d'un disque elliptique dans un fluide parfait au repos à l'infini ([3]),

$$\Phi_1=Cz\int_\lambda^\infty \frac{d\lambda}{\lambda\sqrt{\varphi(\lambda)}}; \tag{2}$$

où C est une constante, et où

$$\varphi(\lambda)=\lambda(a^2+\lambda)(b^2+\lambda). \tag{3}$$

Si nous posons

$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{a}{\sqrt{\lambda}}, \tag{4}$$

$$k=\frac{\sqrt{a^2-b^2}}{a}, \tag{5}$$

$$C_1=\frac{2C}{a^3(1-k^2)}, \tag{6}$$

et si nous appelons $E(k,\varphi)$ l'intégrale elliptique de seconde espèce, tabulée par Legendre, nous pouvons écrire

$$\Phi_1=C_1z\left[\sqrt{1-k^2\sin^2\varphi}\,.\operatorname{tg}\varphi-E(k,\varphi)\right]. \tag{7}$$

Mais cette solution, discontinue sur l'ouverture, ne représente pas le poten-

---

(*) Séance du 24 janvier 1949.

([1]) Bertein, Brück et Grivet, *Annales de Radioélectricité*, II, 1947, p. 249.

([2]) Bertein, *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 560 et 737; 225, 1947, p. 863.

([3]) Green, *Trans. R. S. Edin.*, 1833, Papers, p. 315; Lamb, *Hydrodynamics*, p. 143, Cambridge, 1924.

tiel que nous cherchons. Celui-ci est donné par

$$(8) \qquad \Phi = C_1 |z| \left[\sqrt{1 - k^2 \sin^2\varphi}\,.\operatorname{tg}\varphi + E\left(k, \frac{\pi}{2}\right) - E(k, \varphi) \right] + C_2 z + C_3,$$

où C_2 et C_3 sont des constantes. En effet, Φ est égal à C_3 sur la plaque, reste continu ainsi que ses dérivées sur l'ouverture, et, pour $|z|$ grand, tend vers la valeur asymptotique

$$(9) \qquad \Phi_\infty = C_1 |z| E\left(k, \frac{\pi}{2}\right) + C_2 z + C_3.$$

Les sections des surfaces équipotentielles par un plan $z =$ const. sont des ellipses; pour $z = 0$, ces ellipses sont homothétiques. Les courbes d'égale densité superficielle sur l'électrode sont des ellipses homofocales à l'ouverture.

En résumé, pour calculer le potentiel Φ au point x, y, z, on est ramené à déterminer au moyen de (9) les constantes C_1 et C_2 d'après la valeur du champ électrique pour $|z|$ grand; on calculera ensuite λ qui est la solution positive de (1), puis φ au moyen de (4); grâce à (8) et à une table d'intégrales elliptiques, on obtiendra le potentiel cherché.

Remarquons que la table d'intégrales elliptiques est inutile pour le calcul des composantes E_x, E_y du champ électrique, mais reste utile pour le calcul de E_z.

Au voisinage de l'axe Oz, en posant

$$(10) \qquad x = r\cos\theta, \qquad y = r\sin\theta,$$

on a

$$(11) \qquad \Phi(z, r, \theta) \simeq \Phi_0(z) + r^2[\Phi_2(z) + \psi_2(z)\cos 2\theta]$$

avec

$$(12) \qquad \Phi_0(z) = C_1 \left\{ |z| \left[E\left(k, \frac{\pi}{2}\right) - E\left(k, \operatorname{arctg}\frac{a}{|z|}\right) \right] + a\sqrt{1 - \frac{k^2 a^2}{a^2 + z^2}} \right\} + C_2 z + C_3,$$

$$(13) \qquad \Phi_2(z) = -C_1 \frac{ab^2}{2}\left(z^2 + \frac{a^2 + b^2}{2}\right)(a^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}}(b^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}},$$

$$(14) \qquad \psi_2(z) = C_1 \frac{ab^2}{4}(a^2 - b^2)(a^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}}(b^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}}.$$

Définissons l'ellipticité η de l'ouverture par

$$(15) \qquad a = R(1 + \eta), \qquad b = R(1 - \eta)$$

et exprimons a, b, k au moyen de R et η. En supposant η petit, comparons à R constant des électrodes dont le potentiel C_3 est le même, placées dans des champs qui à l'infini sont identiques. On voit que Φ_0 et Φ_2 sont indépendants de η au second ordre près, tandis que

$$(16) \qquad \psi_2 = \frac{C_1 R^3 \eta}{(R^2 + z^2)^3}.$$

La valeur (16) est peu différente de la valeur donnée par M. Bertein.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres d'absorption dans l'infrarouge des acétophénones substituées sur le groupe méthyle.* Note (*) de M. **Claude Cherrier**, présentée par M. Jean Cabannes.

Dans le cadre d'une étude physico-chimique de la fonction cétone en général, et plus particulièrement des acétophénones substituées sur le groupe méthyle [1], nous avons déterminé les principales bandes d'absorption infrarouge des composés suivants :

1° *Acétophénone.* $É_{12}$ 83°,5 ; *d* 1,0245 ; n_D 1,53206. — Position des bandes d'absorption (donnée en μ) : 5,90 ; 6,23 ; 6,55 ; 6,84 ; 7,33 ; 7,65 ; 7,90 ; 8,45 ; 9,25 ; 10,45 ; 10,75 ; 11,80.

2° *Propiophénone.* F 18°,6 ; *d* 1,0069 ; n_D 1,52505. — 5,905 ; 6,25 ; 6,84 ; 7,03 ; 7,39 ; 7,81 ; 8,26 ; 9,24 ; 9,88 ; (10,51 ; 10,68) ; 11,8.

3° *Éthylacétophénone.* $É_2$ 80° ; *d* 0,9858 ; n_D 1,51775. — 5,93 ; 6,27 ; 6,84 ; 7,08 ; 7,30 ; 8,20 ; 9,21 ; 10,06 ; 10,78 ; 11,20 ; 11,60 ; 12,25.

4° *Diméthylacétophénone.* $É_{18}$ 106° ; *d* 0,9800, n_D 1,51550. — 5,93 ; 6,28 ; 6,82 ; 7,20 ; 7,38 ; 7,75 ; 8,11 ; 8,60 ; 9,12 ; 10,20 ; 10,74 ; 11,15 ; 11,50.

5° *Triméthylacétophénone.* $É_{12}$ 100° ; *d* 0,9652 ; n_D 1,50700. — 5,93 ; 6,32 ; 6,80 ; 7,16 ; 7,30 ; 7,82 ; 8,16 ; 8,46 ; 9,26 ; 9,70 ; 10,34 ; 10,89 ; 12,21 ; 12,62.

6° *Éthylallylacétophénone.* $É_5$ 115° ; *d* 0,9669 ; n_D 1,51879. — 5,91 ; 6,24 ; 6,86 ; 7,21 ; 7,46 ; 7,61 ; 7,94 ; 8,23 ; 9,50 ; 9,98 ; 10,87 ; 11,99 ; 12,30 ; 12,66.

7° *Diméthylallylacétophénone.* $É_8$ 115° ; *d* 0,9700 ; n_D 1,51679. — 5,93 ; 6,32 ; 6,83 ; 7,17 ; 7,27 ; 7,71 ; 8,04 ; 8,32 ; 8,49 ; 9,23 ; 10,06 ; 10,34 ; 10,92 ; 11,87 ; 12,67.

8° *Méthyléthylallylacétophénone.* $É_{6,5}$ 123° ; *d* 0,9688 ; n_D^{25} 1,51878. — 5,96 ; 6,29 ; 6,86 ; 7,26 ; 8,23 ; 8,58 ; 9,26 ; 10,06 ; 10,51 ; 11 ; 11,9.

9° *Diéthylallylacétophénone.* $É_4$ 133° ; *d* 0,9736 ; n_D 1,52004. — 5,96 ; 6,29 ; 6,89 ; 7,24 ; 7,50 ; 7,71 ; 8,15 ; (8,53 ; 8,65) ; 9,33 ; 9,61 ; 10,09 ; 10,31 ; 11,02 ; 11,90.

10° *Éthyldiallylacétophénone :* $É_5$ 143°,5, *d* 0,9776, n_D 1,52680 ; 5,96 ; 6,33 ; 6,89 ; 7,24 ; 7,49 ; 7,81 ; (8,09 ; 8,18) ; 8,50 ; 8,65 ; 9,33 ; 10,01 ; 10,71 ; 11,06 ; 11,55 ; 12,46.

11° *Monoallylacétophénone :* 5,95 ; 6,23 ; 6,97 ; 7,33 ; 7,85 ; 8,20 ; 10,20 ; 11,02,

12° *Triallylacétophénone :* 5,96 ; 6,15 ; 6,93 ; 7,75 ; 8,12 ; 9,15 ; 10,05 ; 10,85 ; 11,6.

(*) Séance du 20 décembre 1948.

[1] Cl. Cherrier, *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 898 (spectres Raman); *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 1016 (magnétochimie); **225**, 1947, p. 1306 (moments dipolaires); **226**, 1948, p. 797 (réfraction moléculaire), et une Note, **228**, 1949, p. 70, pour l'étude réfractométrique en fonction de la température).

Au sujet des modes de vibration de ces composés, nous pouvons proposer en première approximation les attributions suivantes pour les principales bandes d'absorption dans l'infrarouge et les raies Raman :

1° la bande située vers 5μ,90 — 5μ,96 ainsi que la raie Raman 1683, 1674 correspondent à la vibration de valence caractéristique de la liaison C=O et se trouvent considérablement abaissées par rapport aux cétones aliphatiques (1710) par suite de la conjugaison avec les liaisons benzéniques.

2° la bande située vers 6μ,23, 6μ,33 pour les différentes cétones et correspondant à la raie Raman 1596 qui est une raie dégénérée, correspond aux raies 1584 + 1605 du benzène (résonance de Fermi) soit E_g^+ (B_1) (A_1) 8*a* et 8*b* d'après la dénomination de Kohlrausch ([1]). Cette raie du benzène est dégénérée et correspond à une infinité de configurations; mais dans les molécules d'acétophénones nous diminuons la symétrie et en première approximation les configurations sont des configurations des types précédents admettant de nouveaux éléments de symétrie, or dans le modèle précédent l'atome lié ne bougeant pas, le couplage est donc négligeable, ce qui entraîne que la raie ait une position fixe.

3° La bande située vers 6μ,80, 6μ,86 correspond à la raie 1480 (Raman) et 1485 (I. R.) du benzène se retrouve en spectrographie Raman vers 1490-1495. La raie 1480 du benzène correspond à une vibration interdite $E_u^-(A_1)(B_1)$ 19*b* et 19*a* ([2]), la perturbation créée par l'incorporation de la chaîne dans la molécule lève cette interdiction mais elle apparaît néanmoins avec une intensité faible dans les spectres Raman 1489 ([2]) correspondant à 1604 (14).

4° Les fréquences de déformation du CH_3 situées vers 1460 correspondent aux bandes 7,33, 7,65, 7,90; une de ces bandes peut correspondre à une vibration de chaîne où la liaison C (benzène)-C (cétonique) a l'influence maximum.

5° La bande située vers 8μ,45 correspond aux fréquences benzéniques dues à la déformation des CH en même temps qu'à des vibrations de chaînes.

6° Les bandes situées vers 10,45; 10,75; 11μ,80 sont dues au noyau benzénique, on les retrouve dans les spectres des composés monosubstitués du benzène, ces raies correspondent à des déformations δ(CH) et des déformations de chaîne.

7° Les fréquences basses visibles en spectrographie Raman : 406 correspond à une raie de benzène; 616 correspond à la raie 606 du benzène $E_g^+(A_1)$6*b* et $E_g^+(B_1)$6*a*; la raie 695 correspond à la raie du benzène 690, 762 correspond à une raie du benzène. Quant à la fréquence basse 163, elle ne correspond à aucune fréquence du benzène, mais soit à une fréquence de déformation de la liaison C (benzène)-C (cétone), soit à une fréquence de déformation

([2]) *Kolhrausch Raman spektren*, Leipzig, 1943.

du C=O, puisque nous la retrouvons dans les composés C_6H_5—CO—H; C_6H_5—CO—NH_2; C_6H_5—CO—Br; C_6H_5—CO—F; C_6H_5—CO—Cl; C_6H_5—CO—OCH_3; C_6H_5—CO—OH et ainsi que dans C_6H_5—C≡N. Comme nous l'avons dit dans [1] nous retrouvons ici le même résultat que pour les cétones aliphatiques [3]; plus nous chargeons l'atome de carbone situé en α du C=O plus la fréquence caractéristique de la vibration de valence C=O diminue (1683 pour l'acétophénone, 1674 pour l'éthyldiallylacétophénone), plus nous chargeons cet atome de carbone, plus le caractère semi-ionique de la liaison C=O diminue, ce que nous vérifions par l'étude des moments dipolaires [1] et ce qui s'explique par l'effet d'hyperconjugaison [3].

SPECTROSCOPIE. — *Remarque sur l'émission de l'oxygène dilué dans une atmosphère de xénon.* Note (*) de Mme **Renée Herman**, présentée par M. Jean Cabannes.

1. On sait que lorsqu'on dilue un gaz, tel que l'azote ou l'oxygène, dans un gaz rare, d'importantes modifications peuvent survenir dans la composition du spectre d'émission. Ces modifications sont de deux sortes : 1° changement dans la répartition d'intensité des divers systèmes de bandes connus et augmentation de l'intensité relative des transitions interdites, moléculaires ou atomiques; 2° apparition de nouveaux spectres plus ou moins continus, inobservables dans le gaz pur. Cette dernière est particulièrement importante dans le mélange

Tableau I.

Bandes observées.	limites.	limite caractéristique.	Processus d'émission possibles.	différences.
système vert......	5577-4900	raie aurorale 5577	$O(^1S_0)+O(^3P_2) \rightarrow O(^1D_2)+O(^3P_2)+h\nu$ $O(^1S_0)+Xe(^1S_0) \rightarrow O(^1D_2)+Xe(^1S_0)+h\nu$	très faible
vers 3500 Å...	3350-3620	–	$O(^3P_2)+O(^3P_2) \rightarrow O_2(A)+h\nu$	–
» 3100.....	3058-3126	3126	$O(^1D_2)+O(^1D_2) \rightarrow O(^3P_2)+O(^3P_2)+h\nu$	0,03 eV.
lim. sup. 2938.....	2890-2938	2938	$O(^1S_0)+O(^1D_2) \rightarrow O(^1D_2)+O(^3P_2)+h\nu$	0,03 eV.
vers 2814.....	–	2814	$O(^1S_0)+O(^1S_0) \rightarrow O(^1D_2)+O(^1D_2)+h\nu$	0,04 eV.
» 2650.....	2550-2737	–	–	–
lim. sup. 2430.....	de 2430 Å vers les courtes longueurs d'onde	2430	$O(^3P_2)+O(^3P_2) \rightarrow O_2(X)+h\nu$ $Xe^+(^2P_{\frac{1}{2}})+O(^3P_2) \rightarrow Xe(^1S)+O(^3P_2)+h\nu$	0,02 eV. 0,17 eV.

(3) J. Barriol et Cl. Cherrier, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1979.

(*) Séance du 24 janvier 1949.

xénon-oxygène, pour lequel les principaux résultats ont déjà été exposés ([1]). Des résultats complémentaires, relatifs à la structure de la bande ultraviolette, aux longueurs d'onde de quelques nouveaux maxima et à une nouvelle tentative d'interprétation seront donnés ici.

Dans le tableau I figure la liste de tous les spectres continus observés jusqu'ici. Dans la première colonne, est inscrite la désignation de la bande étudiée, déterminée, suivant les cas, par la couleur de l'émission, la longueur d'onde de la région spectrale ou une limite caractéristique. Dans la deuxième colonne, sont indiquées les limites approchées et, dans la troisième, la longueur d'onde d'un bord de la bande continue pouvant donner lieu à une interprétation. Celle-ci est suggérée dans la quatrième colonne. Le degré de résonance est illustré, dans la dernière colonne, par l'écart entre l'énergie déduite des observations (colonne 3) et celle disponible dans le processus invoqué (colonne 4), évaluées en électron-volts. La bande 2430 Å est forte et présente des fluctuations difficiles à mesurer; les longueurs d'onde approchées des maxima d'émission sont indiquées dans le tableau II.

Tableau II.

Longueurs d'onde des fluctuations observées en émission.

2284 Å....	2262	2238	2218	2200	2183	2167	2153	2138

2. Toutes ces bandes sont très faibles ou inexistantes dans les autres gaz rares, on est donc conduit à admettre que l'atome de xénon joue un rôle catalytique important dans ces émissions. Une telle action catalytique a déjà été mise en évidence dans le cas de la bande 4923 Å, émise par l'azote dans une atmosphère de xénon : un atome métastable $N(^2P)$, associé à un atome au niveau fondamental $N(^4S)$, en présence d'un atome non excité $Xe(^1S_0)$, émet un spectre continu dû à une molécule instable au lieu de former la molécule stable $N_2(C^3\Pi)$ ([2]). Tout se passe comme si le xénon prolongeait la durée de vie des atomes $N(^2P)$, empêchait leur recombinaison rapide et rendait ainsi possible la formation de complexes moléculaires instables et l'émission de spectres continus correspondants, habituellement inobservables dans le gaz pur.

3. *Bande* 2430 Å. — Les fluctuations d'intensité décelées dans cette bande continue (tableau II) semblent constituer une difficulté dans le cas du processus $O(^3P) + O(^3P) \rightarrow O_2(X_{v''=0}) + h\nu$. Elles ne peuvent être dues, en effet, qu'aux niveaux de vibration de l'état électronique supérieur et la limite du

([1]) R. Herman, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 492; R. Herman et L. Herman, *Journal de Physique*, 7, (8e série), 1946, p. 31; C. Kenty, J.-O. Aicher, E.-B. Noel, A. Poritsky et V. Paolino, *Physical Review*, 69, 1946, p. 36.

([2]) R. Herman et L. Herman, *Journal de Physique*, 7, (8e série), 1946, p. 203; R. Herman, *Thèse*, Paris, 1945, p. 41.

spectre vers les courtes longueurs d'onde devrait correspondre à l'énergie de dissociation de $O_2(X^3\Sigma)$. Or, celle-ci correspond, au contraire, à la limite du côté des grandes longueurs d'onde. L'attribution des fluctuations aux niveaux de vibration de l'état électronique supérieur serait en accord avec l'accroissement de leurs écarts vers les grandes longueurs d'onde. Si elles appartiennent réellement au même système que le reste de la bande continue, on serait conduit à rejeter le processus ci-dessus et à admettre la réaction

$$\left[Xe^+\left({}^2P_{\frac{1}{2}}\right) + O({}^3P)\right] + e \rightarrow [Xe({}^1S) + O({}^3P)] + h\nu.$$

L'action catalytique pourrait consister dans la formation intermédiaire d'une molécule triatomique $[XeO_2]$, constituée par un atome de xénon et deux atomes d'oxygène, normaux ou métastables. Dans le cas de la bande 4923 de l'azote, citée ci-dessus, l'existence d'une telle molécule est probable. Au niveau supérieur, elle pourrait être formée d'un atome $Xe(3p_9)$ et d'une molécule normale $N_2(X^1\Sigma)$ ou d'un atome normal $Xe({}^1S)$ et d'une molécule instable $[N({}^2P) + N({}^4S)]$. C'est probablement la résonance entre ces deux états qui augmente notablement la stabilité de cette molécule triatomique. Si l'on admettait un processus analogue dans le cas de l'oxygène, les fluctuations observées à l'intérieur de la bande 2430 pourraient peut-être s'interpréter comme correspondant aux niveaux de vibration d'une molécule triatomique.

PHYSIQUE CORPUSCULAIRE. — *Détection des particules ionisantes par les cristaux de soufre*. Note (*) de M. **Michel Georgesco**, transmise par M. Frédéric Joliot.

Reprenant les travaux de J. Wasastjerna (1) sur les forces entre atomes, ions et électrons dans les cristaux, nous avons été conduit à calculer les énergies d'ionisation nécessaires pour faire apparaître une bande de conductibilité dans un cristal bon isolant, ceci, afin d'essayer de trouver un critérium pour le choix des cristaux compteurs.

En effet, à la suite d'une étude de Van Heerden, plusieurs auteurs ont montré que certains cristaux se comportaient comme des compteurs, une impulsion apparaissant, au passage d'une particule ionisante, dans le cristal soumis à un champ électrique (2); ces résultats sont encore peu cohérents.

Appliquant les calculs de Wasastjerna au ClAg étudié par Van Heerden, on trouve pour le potentiel d'ionisation, une valeur de 7,5 eV, ce qui correspond remarquablement à la valeur déterminée expérimentalement de 7,3 eV.

Encouragé par cette concordance, nous avons étendu ces calculs à de nom-

---

(*) Séance du 24 janvier 1949.

(1) *Soc. Scient. Fennica*, (Comm. Phys.-Math., VIII, 1936, p. 21).

(2) Corson et Wilson, *Rev. Sci. Inst.*, 19, n° 4, 1948, p. 207.

breux cristaux, pour ne retenir que le cas du soufre pour lequel le potentiel calculé est de 5 eV.

Afin de contrôler ce résultat, nous avons réalisé un montage expérimental comportant un support constitué par deux collecteurs en charbon de cornue appliqués par de légers ressorts contre deux faces opposées du cristal, le tout étant monté sur une tige de quartz; la continuité électrique est obtenue par une couche d'aquadag. L'une des deux faces du cristal est reliée à un préamplificateur suivi d'un amplificateur. Les impulsions à la sortie de l'amplificateur sont simultanément observées sur l'écran d'un oscillographe cathodique et sélectionnées en fonction de leur amplitude par un discriminateur commandant une échelle de 100 ([3]). Entre l'autre face du cristal et la masse on applique une différence de potentiel réglable.

Les résultats obtenus sont les suivants : tous les 14 cristaux de soufre étudiés comptent les rayons α, trois d'entre eux, les rayons β. L'amplitude des impulsions est proportionnelle à l'énergie absorbée dans le cristal (*fig.* 1 et 2).

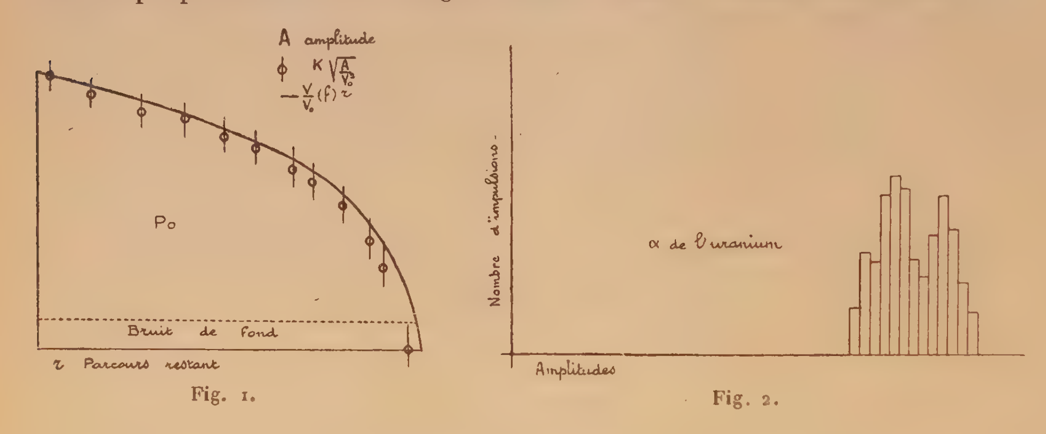


Fig. 1. Fig. 2.

Si des particules attaquent simultanément des plans réticulaires de différentes orientations, le cristal est bloqué; cette propriété d'être directionnel explique la faible efficacité observée pour les rayons γ, en effet des photoélectrons peuvent être émis dans toutes les directions bloquant le cristal, de plus les rayons γ pénètrent suffisamment dans le cristal pour que des effets de diffusion aboutissent également à un blocage du cristal.

L'ordre de grandeur du potentiel d'ionisation correspond à la valeur calculée.

La faible amplitude des impulsions nécessite de fortes amplifications qui introduisent des constantes de temps élevées $\sim 10^{-4}$ seconde. Nous ne pensons pas que cette lenteur des impulsions observées soit due au cristal, mais au circuit électronique utilisé. Pour une énergie donnée, les impulsions appa-

([3]) L'installation électronique a été conçue par M. Thirion pour des études à la chambre d'ionisation.

raissent pour une certaine valeur du champ, augmentent avec celui-ci, restent sensiblement constantes dans un large intervalle, puis, si l'on continue d'augmenter le champ, les impulsions décroissent et finissent par disparaître (*fig.* 3).

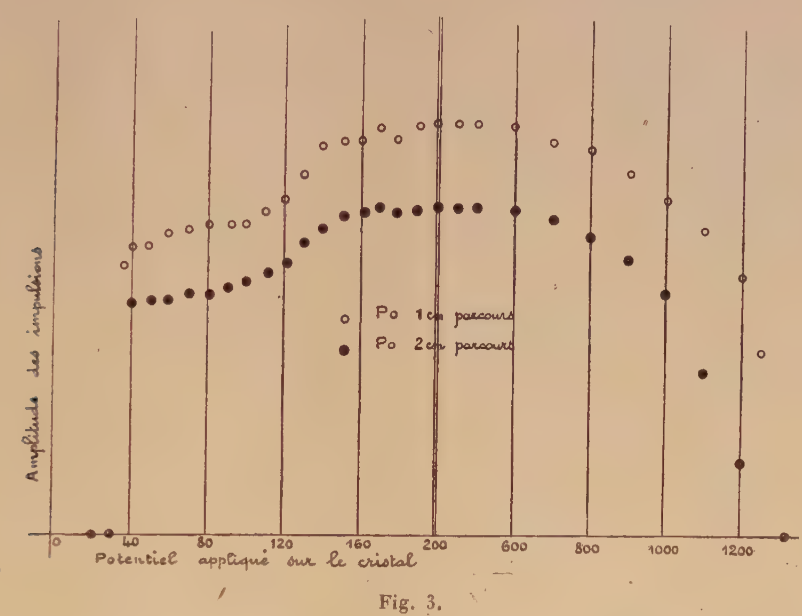


Fig. 3.

Les cristaux de soufre sont parfaitement isolants et peuvent être utilisés à la température ambiante.

Étant des compteurs proportionnels et directionnels pouvant fonctionner avec des champs faibles, à la pression atmosphérique et à la température ambiante, ne nécessitant pas de fenêtre d'entrée et ayant un plan de comptage bien défini, l'on peut prévoir qu'ils rendront de nombreux services dans les recherches nucléaires.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Le spectre du rayonnement alpha émis par* RTh + ThX. Note(*) de MM. **Salomon Rosenblum**, **Manuel Valadares** et Mlle **Marguerite Perey**, présentée par M. Aimé Cotton.

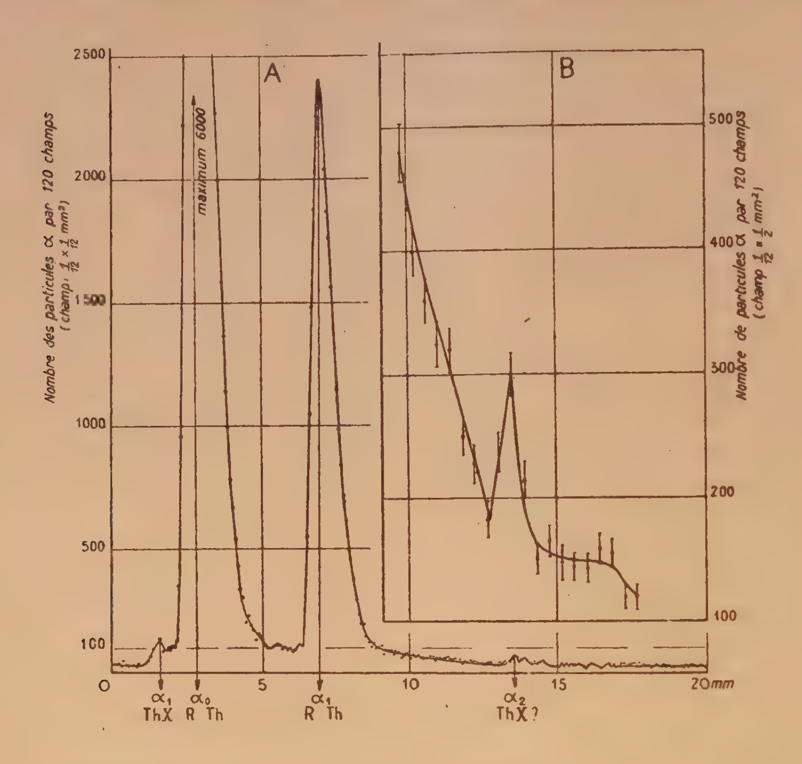
Le spectre électromagnétique émis pendant le passage RTh → ThX donne lieu à une ambiguïté d'interprétation. En effet, du point de vue expérimental, les deux groupes de quanta émis peuvent s'interpréter aussi bien dans l'hypothèse de deux rayonnements $K - L_{II}$ et $K - L_{III}$, que dans l'hypothèse de deux groupes γ, qui coïncideraient avec $K - L_{II}$ et $K - L_{III}$.

Dans l'espoir de pouvoir élucider cette question, nous avons repris l'étude

(*) Séance du 20 décembre 1948.

du spectre α du radiothorium au Laboratoire du Grand Aimant Permanent.

Au cours de ce travail nous avons observé (voir *fig.*) deux nouvelles raies,



dont les intensités dans un des clichés examinés, par rapport à la raie du radiothorium, étaient de l'ordre de grandeur de 1 % et 0,4 %, mais, par la suite, nous avons pu établir que ces deux nouvelles raies appartiennent au spectre α du thorium X qui se forme à partir de RTh pendant l'exposition et qui, d'après nos résultats, récemment confirmés avec des sources de Th X, est complexe. En effet, le spectre magnétique du thorium X exempt de radiothorium n'a pas été étudié auparavant par nous et α_1 Th X ne pouvait pas être séparé, dans les anciennes mesures, de α_0 RTh. La différence entre $\alpha_0 - \alpha_1$ Th X est de 245 keV et un rayonnement gamma de 250 keV a d'ailleurs été signalé dans un travail ancien de von Bayer, Hahn et Meitner ([1]), comme appartenant au thorium X.

On sait ([2]) que le spectre magnétique α du radiothorium est constitué par deux groupes : α_0 et α_1 ; nous avons trouvé les résultats suivants :

$$\frac{H\rho\,\alpha_0\,\mathrm{RTh}}{H\rho\,\alpha_1\,\mathrm{RTh}} = 1,00796 \qquad \text{et} \qquad \frac{H\rho\,\alpha_0\,\mathrm{ThX}}{H\rho\,\alpha_0\,\mathrm{RTh}} = 1,0236.$$

([1]) Von Bayer, Hahn et Meitner, *Phys. Z. S.*, 16, 1915, p. 6.

([2]) Rosenblum et Chamié, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1154; 196, 1933, p. 1663.

Si l'on admet pour l'énergie α_0 du ThX (3) la valeur 5 681 keV, on trouve

$$\alpha_0 \text{ RTh} - 5\,423 \text{ keV},$$
$$\alpha_1 \text{ RTh} - 5\,338 \text{ keV},$$

et la différence ΔE d'énergie entre les deux groupes α est

$$\Delta E \quad (\alpha_0 - \alpha_1)\text{ RTh} = 85,2 \text{ keV},$$
$$\Delta E, \text{ corrigée du recul} = 86,7 \text{ keV}.$$

Finalement on s'est attaché à déterminer avec précision le rapport d'intensité entre les deux raies. En prenant pour α_0 la valeur 100 on a déterminé pour α_1 l'intensité 39 ± 1; l'établissement de ce rapport a exigé l'observation d'à peu près 200000 trajectoires de particules α distribuées sur 50000 champs d'observation au microscope ($0,12 \times 0^{mm},12$). Nos anciennes évaluations de l'intensité étaient basées sur des mesures visuelles et n'indiquaient qu'un ordre de grandeur [1/3 et 1/5 pour ($I\alpha_1/I\alpha_0$)]. Le Professeur C. F. Powell a bien voulu faire déterminer dans son laboratoire de Bristol le rapport d'intensité α_1/α_0 sur un de nos clichés, moins exposés. La valeur trouvée par Mme Aitcheson est de 40 %, en excellent accord avec notre valeur.

De l'examen du spectre β on a conclu (4), (5) à l'existence des deux groupes de quanta de 83,4 et 86,8 keV et dont les intensités seraient dans le rapport 2,6 : 1. Comme on ne trouve aucun niveau α à 170 keV (83,4 + 86,8) de α_0RTh on doit conclure qu'une des raies doit être double. Étant donné le pouvoir séparateur de notre spectographe, un pareil doublet se présenterait comme une raie plus large. D'après la théorie on devrait s'attendre à un faible élargissement de α_1 par rapport à α_0; nous trouvons, au contraire, que α_0 est plus large que α_1 et l'élargissement calculé pour α_1 est observé pour α_0. Nous ne considérons pas encore notre méthode suffisamment bien établie pour exclure la possibilité d'un faible élargissement fortuit, dont les causes nous échappent pour l'instant. Nous continuons le travail, mais il nous a semblé utile de donner dès maintenant les résultats acquis et de signaler les difficultés d'interprétation rencontrées.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur l'utilisation des méthodes d'absorption et de réflexion sélective dans l'étude de la non-existence d'un mode de désintégration par capture K du nuclide* ^{198}Au. Note (*) de M. **Gérard-André Renard**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Par une méthode différente nous avons voulu vérifier et compléter un travail précédent (1). Dans la désintégration de ^{198}Au la conversion interne du γ

(3) Briggs, *Proc. Roy. Soc.*, **139**, 1933, p. 638,
(4) Meitner, *Zeits. für Phys.*, **52**, 1928, p. 637.
(5) Surugue et Tsien, *Comptes rendus*, **213**, 1941, p. 172.

(*) Séance du 17 janvier 1949.
(1) G.-A. Renard, *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 310.

de 0,4 MeV ([2]), suivant la désintégration β^- donne lieu à l'émission du rayonnement K du Hg; si, d'autre part, comme il a été suggéré ([3]), ([4]), le nuclide ^{198}Au se désintègre également par capture K, nous observerons le rayonnement K du Pt. Pour observer ce ou ces rayonnements, nous avons utilisé la méthode d'absorption sélective et celle de réflexion sélective ([5]).

La source radioactive est située à 10^{cm} de la fenêtre (Al 4 mg/cm^2) d'un compteur (3^{cm} d'alcool, 17^{cm} de xénon, point de fonctionnement 2150 volts); sur le trajet des rayons sont interposés successivement des écrans de 3^{cm} sur 1^{cm}, et d'environ 250 mg/cm^2 d'Au, Os, Ta et Lu; dans le cas de la réflexion sélective, un cylindre de Pb arrête les rayons allant directement de la source au compteur.

Après une première série d'expériences, pour tester la sensibilité de la méthode, nous avons utilisé une source de ^{192}Ir dont 30 % des désintégrations sont accompagnées du rayonnement K du Pt. Nous avons mesuré par la technique des coïncidences le nombre de désintégrations de ^{198}Au et ^{192}Ir.

On a $N = N_\beta N_\gamma / N_{\beta\gamma}$; où N, N_β, N_γ, $N_{\beta\gamma}$ sont respectivement par unité de temps le nombre de désintégrations, d'électrons, de rayons γ et de coïncidences β-γ. On obtient :

$$N_{Au} = 60.10^6 \text{ désint./min.} \quad \text{et} \quad N_{Ir} = 5,8.10^6 \text{ désint./min.}$$

soit

$$N_{K_{Hg}} = 3.10^6 \text{ désint./min.} \quad \text{et} \quad N_{K_{Pt}} = 1,75.10^6 \text{ désint./min.}$$

avec une erreur de l'ordre de 10 %.

Le rayonnement K dû au Hg (conversion interne ($\alpha = 5$ %) d'un γ suivant la désintégration β^- de ^{198}Au) montrera une discontinuité entre le Ta et l'Os.

Le rayonnement K dû au Pt (soit conversion interne ($\alpha = 30$ %) d'un γ suivant la désintégration β^- de Ir, soit capture K possible de ^{198}Au) montrera une discontinuité entre le Lu et le Ta.

Les moyennes des résultats en nombre de coups par minute sont figurées dans le tableau suivant :

		Lu.	Ta.	Os.	Au.
1re série : Au	Absorption.	740±148	500±100	162±28	230±46
	Réflexion...	297, 1±3, 25	296,8 ±3, 25	374, 6±5, 4	802, 5±41
2e » : Au	» ...	292±8	302±8	374±6	255±15
Ir	» ...	34,5±7	81±5	90±3	8±3

([2]) G.-A. Renard, *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 1269-71.
([3]) G. J. Sizoo et C. Eykman, *Physica*, 6, 1939, p. 332.
([4]) S. Jnanananda, *Phys. Rev.*, **70**, 1946, p. 812.
([5]) R. D. O'Neal et G. Scharff-Goldhaber, *Phys. Rev.*, **62**, 1942, p. 83, 401.

Tenant compte de l'intensité absolue des deux sources et des discontinuités signalées, on a une augmentation du nombre de coups de $78/3.10^6 = 26.10^{-6}$ par photon K_{Hg} et de $46/1,75.10^6 = 21.10^{-6}$ par photons K_{Pt} dû à l'Ir. Dans le cas de ^{198}Au, la probabilité de désintégration par capture K sera $0,3/26.10^{-6} \times 60.10^6 = 2.10^{-4}$, et au maximum en tenant compte des erreurs, $6,8/26.10^{-6} \times 60.10^6 = 4.10^{-3}$.

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus précédemment [1], par compteur proportionnel.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur des oscillations de relaxation d'un type spécial.* Note de MM. **Eugène Darmois** et **Stanislas Dolinski**, présentée par M. Aimé Cotton.

Schönbein semble avoir signalé le premier des oscillations régulières de la f. é. m. d'une pile; d'autres auteurs ont ensuite montré que des oscillations analogues se produisaient quand on fait passer le courant dans certaines solutions électrolytiques. Dans une série très étendue de recherches [1], E. S. Hedges s'est occupé de ces oscillations. La dissolution anodique du cuivre dans HCl concentré est un exemple; celle de l'argent dans une solution de KCN en est un autre. L'intensité baisse, la tension aux bornes du voltamètre monte; puis la tension tombe à une valeur plus faible pendant que le courant s'accroît. Le phénomène peut être assez régulier, la fréquence des oscillations, dans le cas de Cu et HCl, dépend de la densité de courant; au-dessus d'une certaine densité, la fréquence est constante, après quoi elle tombe. Hedges a eu l'idée de faire tourner l'anode; la vitesse de rotation augmentant, la fréquence constante ci-dessus augmente, la densité critique de courant augmente aussi. Hedges propose d'admettre qu'une couche peu soluble (ClCu pour le cuivre) se forme sur l'anode; jusqu'à une certaine densité de courant, cette couche peut être enlevée en faisant tourner l'anode; si la densité est trop forte, on n'arrive plus à enlever la couche et la fréquence diminue. Nous sommes arrivés à un résultat beaucoup plus net en fixant les électrodes sur un diapason qu'on met en vibration; dans ces conditions, les oscillations sont entièrement supprimées. En même temps, il se produit sur les deux électrodes un polissage partiel sur lequel nous espérons revenir. Nous donnerons seulement quelques détails sur l'explication possible des oscillations dans le cas de l'argent et de CNK. Nous avons obtenu des oscillations très nettes avec le bain suivant :

Eau 1000^g; NO_3Ag 45^g; CNK 150^g; KOH 20^g.

Les connexions assurent aux bornes du voltamètre une différence de potentiel

(1) E. S. Hedges et coll., *J. Chem. Soc.*, 1924 à 1929.

de 2,5 volts, avec une densité de courant de 0,03 amp. par centimètre carré. Dans ces conditions la période des oscillations est à peu près 1/3 de seconde. L'enregistrement de l'oscillation montre que le potentiel monte très rapidement (1/100 sec), puis descend lentement. Les résultats dépendent des proportions relatives des constituants de la solution, par exemple quand on fait croître la proportion de KOH la fréquence des oscillations diminue; elles peuvent même être supprimées pour la composition suivante :

Eau 1000g; NO_3Ag 35g; CNK 100g; KOH 400g.

D'après nous l'explication du phénomène serait la suivante : l'électrolyse serait celle de KOH. A la cathode, il y aurait dégagement d'hydrogène; à l'anode, décharge de OH qui se combine aussitôt à l'argent pour donner AgOH. D'après les nombres ci-dessus, par centimètre carré, il se déposerait en 1/100 sec, $6.10^{23}\,3.10^{-9}\,OH = 0,18.10^{16}(OH)$. D'après les données bibliographiques, le rayon de OH non chargé serait voisin de 1 Å. Sur un centimètre carré, on peut donc mettre $10^{16}/4(OH) = 0,25.10^{16}(OH)$. Il est donc probable qu'en 1/100 sec, une couche monomoléculaire est formée. L'expérience montre d'ailleurs que la couche visible qui se forme sur l'anode est colorée; elle prend successivement les teintes du premier ordre des lames minces et, avec la composition première donnée, elle se détruit quand la coloration est le violet du premier ordre, donc l'épaisseur de 1/2 μ environ; il doit donc s'ajouter d'autres couches sur la première. Ces couches ne seraient pas continues, le courant passant par les trous, avec augmentation de la densité de courant. Quand celle-ci a une valeur suffisante, la décharge de CN^- doit être possible avec formation de CNAg suivant l'équation

$$2\,AgOH + 2\,CN = 2\,AgCN + H_2O + O,$$

CNAg se dissout alors dans CNK.

La montée de la différence de potentiel s'expliquerait par la polarisation des deux électrodes et surtout par celle de l'anode. Quand on a obtenu une couche durable avec le deuxième bain indiqué, on ferme le voltamètre sur un voltmètre; la tension tombe immédiatement de 2,4 volts à 1 volt, puis en 15 secondes environ à 0,7 volt, l'anode étant presque incolore, puis brusquement à 0,12 volt, tension qui peut subsister pendant 1/2 heure.

Nous avons vérifié directement qu'une pile Ag|AgOH|KOH|Ag donne une f. é. m. de l'ordre de 0,2 volt avec son pôle + du côté AgOH.

Dans un travail antérieur (2), Gilbertson et Fortner ont rencontré de telles couches sur l'argent, dans le cas où le bain d'argenture ne contient pas suffisamment de cyanure; ils supposent qu'il s'agit de CNAg et ils retrouvent le polissage partiel signalé plus haut.

Nous nous occupons actuellement de stabiliser les oscillations ainsi obtenues.

---

(2) *Trans. Electroch. Soc.*, **81**, 1942, p. 199.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des propriétés diélectriques du verre.* Note (*) de MM. **André Danzin** et **Pierre Meunier**, présentée par M. Paul Pascal.

Pour étudier le pouvoir inducteur spécifique ε et l'angle de perte δ dans la gamme 300 Kc 10 Mc, nous utilisons un Q-mètre au-dessous de 300° C. Au delà, nous plaçons dans un four, à la température T_0, un échantillon de verre soumis à un champ électrique de fréquence F et d'intensité E. Une mesure très rapide de la résistivité en courant continu permet d'atteindre la température interne.

La figure 1 montre le réseau des courbes d'échauffement pour différentes températures T_0 avec le verre Neutrohm T ($F = 1$ Mc, $E = 1250$ V/cm). Le phénomène conduit au bout de quelques minutes à une température d'équilibre T_1 évidemment variable avec les conditions du refroidissement.

Sans changer le montage, on reproduit l'échauffement $T_1 - T_0$ en substituant au champ de fréquence élevée F un champ à 50 cycles/sec. On en déduit facilement la puissance active dissipée, puis le facteur de pertes

$$\pi = \frac{\varepsilon \operatorname{tg} \delta}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}.$$

Nous avons vérifié que, pour des champs E variant de 400 à 1500 volts/cm, la puissance dissipée est proportionnelle à E^2, c'est-à-dire que π et, comme il ne saurait y avoir compensation, isolément ε et $\operatorname{tg}\delta$ sont indépendants de E.

Nos mesures ont touché un assez grand domaine de compositions chimiques (SiO_2 : 40 à 75 % — $R_2O + R_0$: 10 à 40 %) pour pouvoir généraliser les résultats suivants :

A fréquence fixe, ε croît faiblement avec la température. Le coefficient thermique entre 25 et 100° C. est selon les verres de l'ordre de 100.10^{-6} à 1000.10^{-6}; il croît légèrement avec la température et est d'autant plus petit et constant que la résistivité massique est plus élevée. Les courbes de la figure 2 sont relatives aux verres Neutrohm T (température où $\rho = 10^{-8}\,\Omega$/cm, $T_K 100 = 335°$ C.) et Moly A_{119} ($T_K 100 = 220°$ C.). ε est une fonction légèrement décroissante de la fréquence; l'amplitude des variations est d'autant plus grande que la résistivité massique est plus faible. La stabilité de ε est d'autant plus grande que le $T_K 100$ est plus élevé.

Aux basses températures, $\operatorname{tg}\delta$ (*fig.* 3 et 4) dépend peu de la fréquence et de la température. Les variations s'amplifient à mesure que la température croît, surtout aux basses fréquences. Aux températures suffisamment élevées, les pertes de conductibilité croissent exponentiellement et sont en première

---

(*) Séance du 21 juin 1948.

approximation, inversement proportionnelles à la fréquence lorsque celle-ci est assez basse. Quelles que soient la température et la fréquence, tg δ est d'autant plus faible et plus stable que le point T_K 100 est plus élevé.

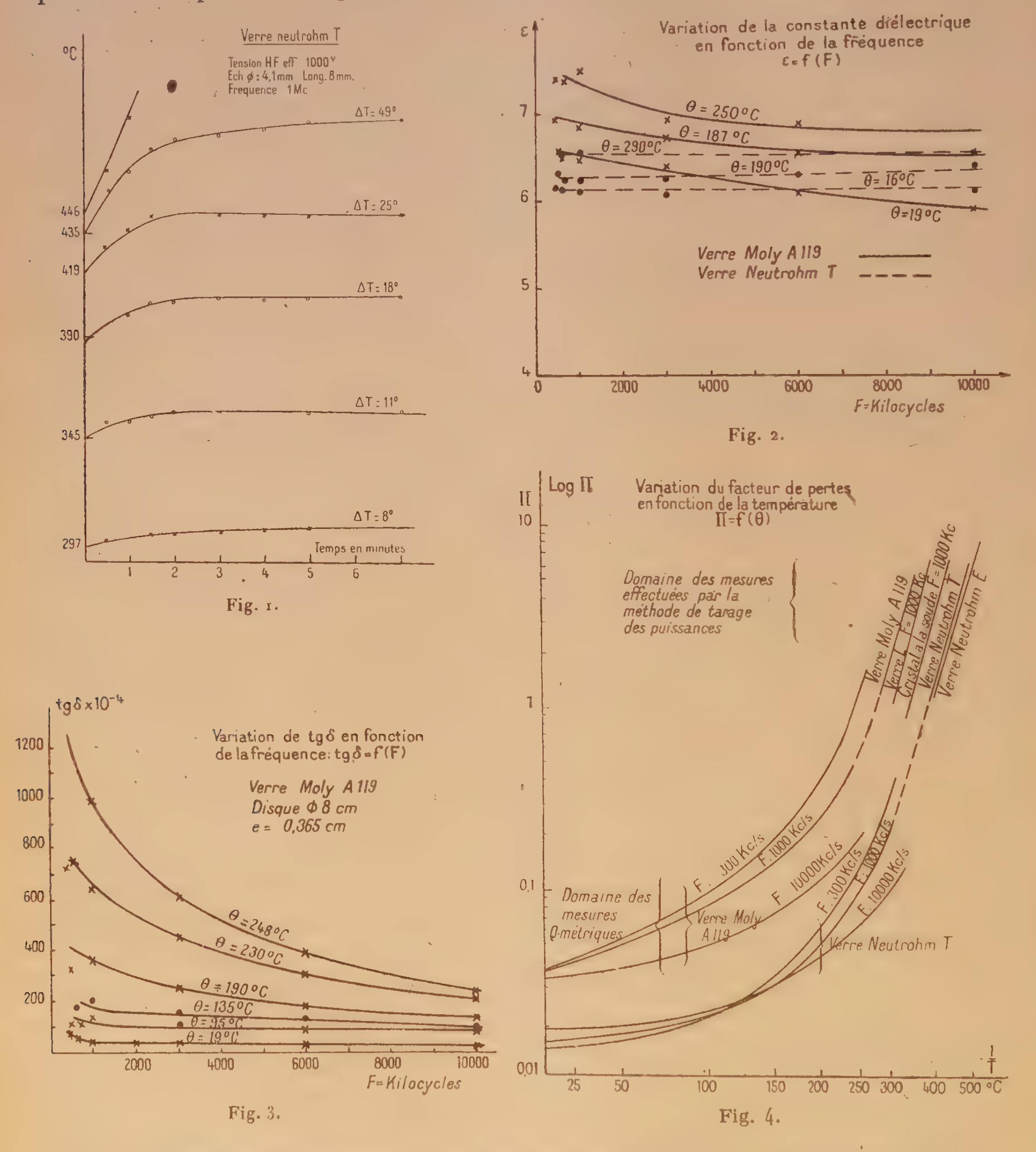


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Cette allure des phénomènes caractérise l'état vitreux des silicates et varie fort peu avec la composition chimique. Au moins, pour F < 10 Mc, la valeur de tg δ et les variations de ε et de tg δ sont liées en première approximation à la résistivité massique en courant continu et ont donc leur siège dans les facteurs qui gouvernent cette dernière.

Aux basses moyennes fréquences, le verre apparaît donc comme un gaz d'ions soumis à certaines lois (degré de dissociation, mobilité) imposées par la structure. Ces ions quasi libres sont les seuls qui participent aux échauffements sous l'action des champs électriques, par un mécanisme que nous nous proposons d'étudier.

Devant les variations de ρ, ε et tang δ, dues à la température et à la fréquence, celles qui résultent de l'état de recuit ou de trempe sont, en première approximation, négligeables à l'échelle que nous avons adoptée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Dispersion des suspensions argileuses aux ultrasons. Interprétation des résultats au microscope électronique.* Note (*) de Mlle **Agnès Mathieu-Sicaud** et M. **Gustave Levavasseur**, présentée par M. Charles Mauguin.

Nous avons cherché à étudier l'influence de la fréquence des ondes ultrasonores sur la dispersion des particules de kaolinite et de montmorillonite en suspension dans l'eau.

On a utilisé deux sortes de suspensions : une *suspension témoin* et une *suspension stabilisée*. La première est obtenue après 15 minutes de décantation, à partir de 100^{cm^3} d'eau distillée, contenant $0^g,5$ de produit. La seconde se fait en milieu alcalin de pH 9, par addition d'ammoniaque à la suspension témoin et longue agitation mécanique.

Chacune de ces suspensions a été exposée aux ultrasons, dans les conditions déterminées par une précédente Note (1). On a utilisé un régime d'ondes stationnaires, à puissance maximum, par périodes successives de 3 minutes. La température a été maintenue constante et inférieure à 30°.

L'état de dispersion a été contrôlé au néphélomètre et l'interprétation des résultats a été effectuée au microscope électronique.

1. *Étude néphélométrique.* — Le degré de dispersion est encore défini par la différence entre les déviations du galvanomètre observées pour la solution initiale d'une part et pour la solution après passage aux ultrasons. La dispersion en fonction de la fréquence est alors représentée pour les suspensions témoins par les courbes *a* (*fig.* 1 et 2) et pour les suspensions stabilisées chimiquement par les courbes *b* (*fig.* 1 et 2),

Conclusion. — Le degré de dispersion des suspensions varie avec la fréquence et passe par un maximum à 960 KC pour la kaolinite et 320 KC pour la montmorillonite quelle que soit la suspension utilisée à l'instant initial.

2. *Étude au microscope électronique.* — Pour la kaolinite on a établi les

(*) Séance du 24 janvier 1949.
(1) A. Mathieu-Sicaud et G. Levavasseur, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 196.

courbes de distribution de taille des particules suivant les méthodes courantes [2] dans quatre cas convenablement choisis.

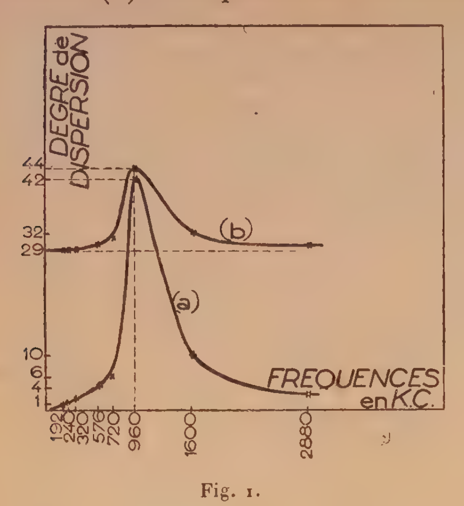


Fig. 1.

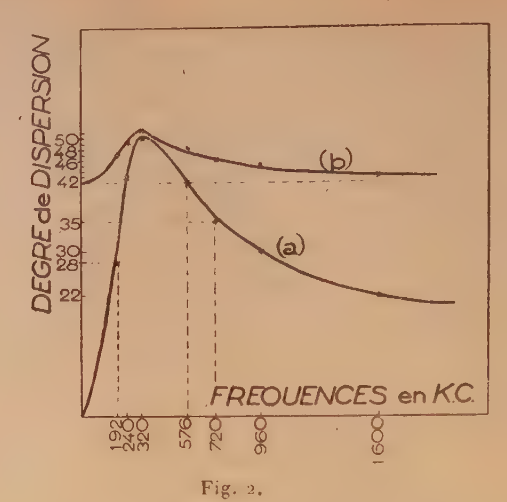


Fig. 2.

Kaolinite témoin. — On a compté 198 grains répartis en 16 clichés, ce qui fixe la dimension moyenne des particules à 1 μ (courbe 3, *fig.* 3).

Kaolinite stabilisée traitée à 960 KC. — On a compté 172 particules pour 7 clichés. Ce cas correspond à une valeur moyenne de 1000 Å (courbe 4, *fig.* 4). On a vérifié que la kaolinite non stabilisée traitée à 960 KC conduisait au même résultat.

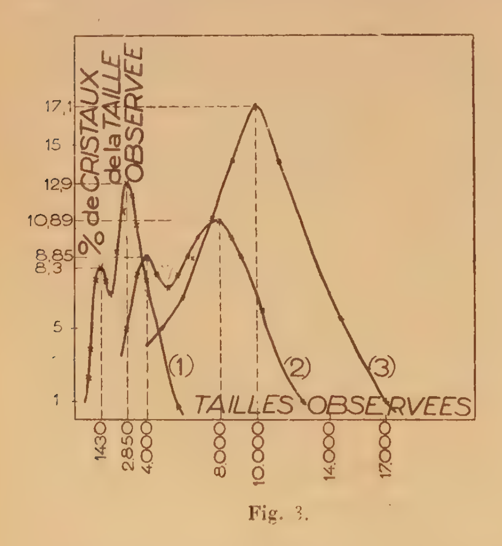


Fig. 3.

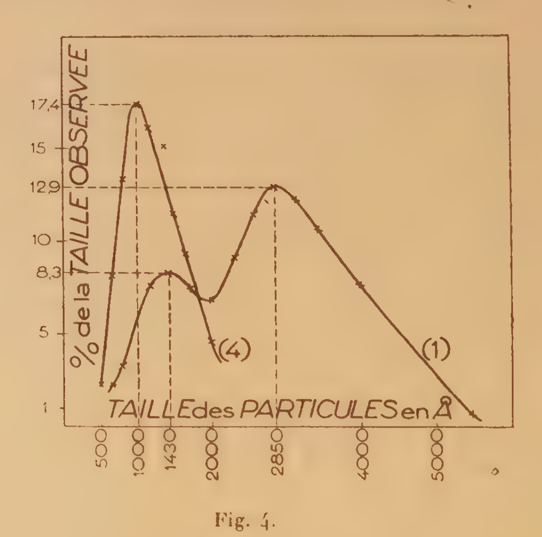


Fig. 4.

Kaolinite stabilisée par l'ammoniaque. — On observe sur les 9 clichés (262 particules) une double distribution autour des valeurs 1 400 Å et 2850 Å (courbes 1, *fig.* 3 et 4).

---

[2] J.-H.-L. Watson, *J. Appl. Phys.*, juillet 1947, p. 181.

Kaolinite témoin traitée à 1600 KC. — Ce cas est intermédiaire entre la kaolinite stabilisée chimiquement et la kaolinite témoin (courbe 2, *fig.* 3). La double distribution se fait entre 4000 Å et 8000 Å.

Dans le cas de la montmorillonite, les clichés ne permettent pas une mesure précise des dimensions des particules. La montmorillonite témoin donne une valeur moyenne de particules de 3^{μ}. La stabilisation par l'ammoniaque montre une double distribution autour de 4000 Å et 1^{μ}. Enfin, après traitement à 320 KC la dimension moyenne est d'environ 1700 Å.

Conclusion. — L'étude au microscope électronique montre la *supériorité des ultrasons* par rapport aux moyens chimiques usuels, *pour l'obtention de sols de kaolinite*, comportant à la fois des *particules fines et monodispersées*. En outre les observations précédentes mettent en évidence le fait que *chaque fréquence ultrasonore correspond à une dimension particulaire différente* (courbe 2, *fig.* 3 et courbe 4, *fig.* 4) qui s'échelonne de 1^{μ} à 1000 Å.

Pour la montmorillonite dont les particules sont plus grosses, la *fréquence dispersive est plus basse* et l'action des ultrasons est moins nette.

ÉLECTROCHIMIE. — *Étude des complexes du manganèse avec le cyanure et l'ammoniaque par la méthode polarographique et l'oscillographe cathodique.* Note (*) de Mlle **Martine Bourrelier**, présentée par M. Louis Hackspill.

Une anomalie ayant été observée dans les courbes oscillographiques du manganèse dans une solution de cyanure de potassium ancienne (décomposée partiellement en NH_3 et HCOOK), l'étude de ces courbes a été entreprise.

La méthode utilisée est celle décrite par J. Heyrovsky et J. Forejt [1] qui consiste, par superposition d'un courant alternatif et d'un courant continu, à mettre en évidence à l'oscillographe les différents paliers de réduction et d'oxydation. Les solutions de base sont des mélanges obtenus à partir d'une solution fraîche normale de cyanure de potassium et d'une solution normale

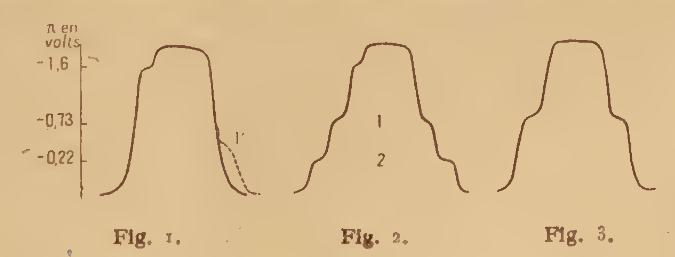


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

en ammoniaque et chlorure d'ammonium. Pour éviter tout risque d'oxydation, les mesures sont faites en atmosphère d'azote.

L'explication des courbes en ammoniaque seule (*fig.* 1) et en cyanure

(*) Séance du 17 janvier 1949.

(1) *Z. physik. chem.*, 193, 1943, p. 77.

seul (*fig.* 3) a été donnée par J. Heyrovsky [2]. Mais il faut remarquer en outre qu'avec l'amoniaque les paliers apparaissent dès l'addition du sel de manganèse (SO_4Mn ou Cl_2Mn), tandis qu'en cyanure ils n'apparaissent qu'après quelques secondes et croissent peu à peu jusqu'à atteindre une grandeur constante au bout de 10 minutes environ. Alors que le complexe ammoniacal est $Mn(NH_3)_x^{++}$, donc positif, en cyanure il est $Mn(Cn)_6^{\equiv}$ ou $Mn(CN)_3^{-}$, donc négatif; ces ions ne sont pas en contact avec la goutte lorsque son potentiel décroît et ne peuvent donc pas être réduits; le courant variable et les chutes de gouttes provoquent des mouvements d'ions qui permettent la réduction de quelques-uns à chaque passage de la goutte au potentiel voulu; la quantité d'ions réagissant augmente peu à peu car, une fois près de la goutte, leur faible mobilité ne leur permet pas de s'en éloigner et les ions $Mn(CN)_4^{=}$ produits sont bien au contact de la goutte lorsque son potentiel croît.

En mélange de cyanure et d'ammoniaque, la courbe a la même allure et se développe de la même façon avec le temps quel que soit le rapport de leurs concentrations. Dès l'addition de SO_4Mn (*fig.* 1), il apparaît comme en ammoniaque seule le palier cathodique à — 1,6 V qui correspond au processus

$$Mn(NH_3)_x^{++} \rightarrow Mn^{++} \rightarrow Mn^{+} - \theta, \quad Mn^{+} + \theta \rightarrow Mn \text{ dont le potentiel est dépassé.}$$

Le palier anodique 1′ est supprimé à cause de la stabilité des ions Mn^{-} en cyanure. Deux minutes après l'addition de SO_4Mn (*fig.* 2), il apparaît :

1° Vers — 0,7 V, les deux paliers symétriques obtenus en cyanure seul qui correspondent au processus :

$$Mn(CN)_6^{\equiv} \rightleftharpoons Mn(CN)_4^{=} \quad \text{ou} \quad Mn(CN)_3^{-} \rightleftharpoons Mn(CN)_4^{=}.$$

2° Vers — 0,3 V, deux paliers symétriques dits paliers intermédiaires qui traduisent la réaction à un seul électron,

$$Mn(CN)_6^{\equiv} \rightleftharpoons Mn(CN)_6^{\equiv};$$

en effet, G. Grube et W. Brause [3] donnent — 0,73 V et — 0,22 V pour potentiels de ces réactions, ce qui est bien concordant étant donné la différence des solutions de base. Mais tandis que les paliers 1 croissent lentement comme en cyanure seul, les paliers 2 sont tout de suite très grands, puis ils décroissent et disparaissent au bout d'une demi-heure environ. Le palier à — 1,6 V diminue en même temps que les paliers 2 et disparaît si la concentration en ammoniaque est inférieure à 1 N; si bien que les paliers à — 0,73 V demeurent seuls visibles à la fin (*fig.* 3). Mais une élévation de température ou une addition de sel de manganèse font réapparaître pour quelques minutes les paliers

---

(2) *Ost. chem. Z.*, 48, 1947, p. 24.
(3) *Ber.*, 60, 11, 1927, p. 2273.

disparus. La diminution des paliers intermédiaires coïncide avec la formation d'un précipité vert de $Mn(CN)_3^-$.

Il semble donc que le processus $Mn^{+++} \rightleftharpoons Mn^{++}$ n'a lieu que lorsque la concentration des ions CN^- autour des ions Mn^{++} est suffisante pour donner $Mn(CN)_6^{\equiv}$ et que la concentration de Mn formé à $-1,6$ V est assez grande; ces paliers intermédiaires deviennent vite très grands car la réaction est alimentée par les deux décompositions des complexes de l'ammoniaque et du cyanure. Les complexes $Mn(CN)_6^{=}$ et $Mn(CN)_6^{\equiv}$ peu stables se décomposent le premier par réduction, le deuxième en donnant $Mn(CN)_3^-$; il en résulte la disparition des paliers intermédiaires. D'ailleurs le palier anodique est toujours plus grand que le palier cathodique, ce qui indique une décomposition partielle de $Mn(CN)_6^{\equiv}$ entre les deux. En ce qui concerne le cas des vieilles solutions de cyanure, on doit attribuer la non-existence de palier cathodique à $-0,22$ V à la réduction de l'ion $Mn(CN)_6^{=}$ par le formiate. La vie courte des paliers intermédiaires les rend invisibles à l'électrode à jet ou dans la méthode polarographique simple, celle-ci renseigne seulement sur la cinétique de la transformation du complexe ammoniacal dans le complexe du cyanure.

En résumé, cette étude oscillographique met en évidence la formation instantanée du complexe ammoniacal, la formation lente et la stabilité plus grande des complexes du cyanure avec l'ion Mn^{++}, la faible stabilité du complexe avec l'ion Mn^{+++}, enfin la possibilité d'atteindre la valence Mn^{+++} par oxydation de Mn, Mn^+, Mn^{++}.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Structure électronique et couleur des hydrocarbures conjugués contenant une triple liaison.* Note (*) de MM. **Gaston Berthier** et **Bernard Pullman**, presentée par M. Louis de Broglie.

L'objet de la présente Note consiste à préciser les caractéristiques de la conjugaison d'une triple liaison C≡C avec un groupe de doubles liaisons, par comparaison de la structure des dérivés phénylés de l'éthylène et de l'acétylène. Jusqu'ici seuls paraissent avoir été étudiés la triple liaison isolée ou le système de triples liaisons conjugées ([1]).

Les diagrammes moléculaires du styrolène (I) et du stilbène (II) ont été obtenus par une seconde itération à partir des diagrammes primitivement construits pour ces corps dans l'approximation attribuant la même intégrale d'échange β à toutes les liaisons C—C ([2]). Les relations connues existant

---

(*) Séance du 17 janvier 1949.

([1]) *Voir* surtout : R. S. Mulliken, C. A. Rieke et W. G. Brown, *J. Amer. Chem. Soc.*, 63, 1941, p. 41.

([2]) Buu-Hoi, C. A. Coulson, P. Daudel, R. Daudel, M. Martin, A. Pullman et B. Pullman, *Revue Scien.*, 1947, p. 1041. Les calculs de la présente Note ont été effectués par la méthode

entre l'indice d'une liaison, sa longueur et la valeur de β correspondant conduisent à assigner pour les liaisons extracycliques (le β benzénique étant pris pour unité) : $\beta_{C=C} = 1,14\ \beta$ et $\beta_{C-C} = 0,83\ \beta$ dans (I) et $\beta_{C=C} = 1,08\ \beta$ et $\beta_{C-C} = 0,83\ \beta$ dans (II). Pour le phénylacétylène (III) et le tolane (IV) les valeurs des β correspondants ont été déduites directement des résultats des mesures des distances interatomiques dans (IV) ([3]). On a adopté pour les liaisons extracycliques de ces deux molécules : $\beta_{C\equiv C} = 1,7\ \beta$ et $\beta_{C-C} = 0,9\ \beta$.

I. Styrolène — III. Phénylacétylène — II. Stilbène — IV. Tolane

Répartition des indices de liaisons totaux et de la valence libre.

Les diagrammes des dérivés acétyléniques, construits à l'aide de ces données, ne donnent pas d'image définitive de la distribution des indices dans ces molécules : en premier lieu, le calcul ne rend pas compte des changements des rayons atomiques, correspondant au changement de l'état de valence, dont les répercussions seraient surtout importantes sur le système extranucléaire. Il en résulte, en particulier, que la liaison $C_{acét} - C_{arom}$ a un indice plus faible que ne l'est certainement son indice réel, notre résultat étant d'ailleurs analogue à celui obtenu par Mulliken dans le cas du méthylacétylène et des composés semblables. De plus, la part de la conjugaison π_y n'est pas explicitée. Ces approximations ne diminuent cependant pas la validité des résultats concernant la résonance du système π_x, résonance essentielle pour la détermination de la configuration des noyaux et la distribution des niveaux énergétiques intervenant dans l'absorption des longueurs d'onde les plus grandes.

Les conclusions principales peuvent se résumer ainsi :

1° La comparaison des indices π des liaisons extracycliques doubles et triples dans (I) et (III), puis dans (II) et (IV) indique que *la délocalisation des électrons π d'une triple liaison est inférieure à celle des mêmes électrons d'une*

---

des orbitales moléculaires. Les indices sont évalués selon la systématique décrite dans cette référence avec la seule différence que N_{max} est ici pris égal à 4,8, conséquence de certains calculs plus récents [G. Berthier et B. Pullman, *Bull. Soc. Chim.* (sous presse)].

([3]) J. M. Robertson et J. Woodward, *Proc. Roy. Soc.*, A, 164, 1938, p. 436.

liaison double, résultat en accord avec les mesures des potentiels d'ionisation correspondants (4);

2° La plus faible capacité de résonance d'une liaison triple se répercute sur la structure du noyau benzénique : *celui-ci est moins perturbé dans les dérivés acétyléniques que dans les dérivés éthyléniques*;

3° La conclusion la plus importante a toutefois trait au problème de la couleur. On sait que les dérivés acétyléniques sont *moins colorés* que les dérivés éthyléniques correspondants : la longueur d'onde ultra-violette absorbée augmente quand on passe de l'éthyl-benzène au phénylacétylène puis au phényléthylène. De même, le dibenzyle absorbe peu, le stilbène absorbe tout près du visible, le tolane a une absorption intermédiaire. Nos calculs indiquent les valeurs suivantes pour les énergies d'excitation correspondant au passage de l'état fondamental au premier état excité : 1,5392 β dans (I), 1,7778 β dans (III), 1,2088 β dans (II) et 1,4872 β dans (IV). *La plus faible énergie d'excitation des dérivés éthyléniques explique leur plus fort effet bathochrome.*

CHIMIE THÉORIQUE. — *Sur le calcul des distances interatomiques*. Note (*) de MM. **Claude Vroelant** et **Raymond Daudel**, présentée par M. Louis de Broglie.

L'étude rigoureuse des indices d'échange du naphtalène selon la méthode des états de spin vient d'être réalisée (1). L'emploi de la courbe (1) reliant ceux-ci aux distances interatomiques permet la détermination de celles-ci. Le tableau suivant compare les résultats ainsi obtenus (VD) avec ceux de Penney (2) (P), Coulson (3) (C) et Pauling (4), Brockway et Beach (PBB). Les résultats VD peuvent être considérés parmi les plus précis et leur comparaison avec l'expérience serait très instructive.

Numérotations.

Désignation des liaisons.	Distances VD.	P.	C.	PBB.
1-2	1,385	1,38	1,38	1,39
2-3	1,408	1,40	1,40	1,42
4-5	1,420	1,40	1,40	1,44
5-10	1,415	1,42	1,42	1,40

(4) A. D. Walsh, *Ann. Rep.*, 44, 1947, p. 32; *Quater. Rev.*, 2, 1948, p. 73.

(*) Séance du 24 janvier 1949.

(1) Vroelant et Daudel, *Bull. Soc. Chim. de France* (sous presse).

(2) *Proc. of the Royal Society* (London), A, 158, 1937, p. 306.

(3) *Ibid.*, A, 169, 1939, p. 413, et *Proc. of the Royal Society* (Édimbourg), A, 61, 1941, p. 115.

(4) *J. of. Am. Chem. Soc.*, 57, 1935, p. 2705.

Comme il a été montré (¹) on peut, en première approximation, évaluer les indices d'échange comme une fonction des ordres des liaisons adjacentes à la liaison étudiée. Puisqu'il existe une relation entre indices d'échange et distances interatomiques et une autre relation entre indice d'échange et indice de Penney (⁵), on peut aisément construire le tableau ci-après qui donne pour chaque type de liaison sa longueur et son indice de Penney.

Désignation des liaisons par les ordres des liaisons adjacentes.	Indices de Penney.	Distances Inter-atomiques.	Désignation des liaisons par les ordres des liaisons adjacentes.	Indices de Penney.	Distances Inter-atomiques.
(2)...........	0,827	1,362	(2, 3, 3)......	0,493	1,423
(3)...........	0,873	1,353	(2, 3, 4)......	0,508	1,420
(1, 1)........	0,437	1,438	(2, 4, 4)......	0,537	1,414
(1, 2)........	0,524	1,416	(3, 3, 3)......	0,537	1,414
(1, 3)........	0,566	1,408	(3, 3, 4)......	0,556	1,410
(2, 2)........	0,612	1,398	(3, 4, 4)......	0,578	1,405
(2, 3)........	0,652	1,388	(2, 2, 3, 3)....	0,324	1,465
(2, 4)........	0,676	1,385	(2, 2, 3, 4)....	0,346	1,460
(3, 3)........	0,692	1,380	(2, 2, 4, 4)....	0,367	1,455
(3, 4)........	0,714	1,377	(2, 3, 3, 3)....	0,367	1,455
(4, 4)........	0,735	1,373	(2, 3, 3, 4)....	0,387	1,450
(1, 2, 3)......	0,367	1,455	(2, 3, 4, 4)....	0,407	1,445
(1, 2, 4)......	0,387	1,450	(2, 4, 4, 4)....	0,428	1,440
(1, 3, 3)......	0,407	1,455	(3, 3, 3, 3)....	0,407	1,445
(1, 3, 4)......	0,428	1,440	(3, 3, 3, 4)....	0,428	1,440
(1, 4, 4)......	0,440	1,436	(3, 3, 4, 4)....	0,440	1,436
(2, 2, 2)......	0,412	1,443	(3, 4, 4, 4)....	0,469	1,430
(2, 2, 3)......	0,452	1,433	(4, 4, 4, 4)....	0,489	1,425
(2, 2, 4)......	0,472	1,428			

Ce tableau permet l'obtention des indices de Penney, donc des indices de valence libre correspondant (⁶) *et les distances interatomiques sans aucun calcul, à la simple vue de la formule de la molécule.*

Nous comparons dans le tableau ci-dessous les résultats de l'expérience (⁷) (O), ceux obtenus (⁷) théoriquement par la méthode de Pauling (P), ceux dérivant des orbites moléculaires (⁸) (C) et ceux dérivant du précédent tableau.

Numérotation.

(⁵) DAUDEL et JACQUES, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1451.

(⁶) On montre qu'il faut prendre F = 1,682 — N.

(⁷) ROBERTSON et coll., *J. Chem. Soc.*, 1947, p. 1001.

(⁸) P. DAUDEL, R. DAUDEL et VROELANT, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1033.

Désignation des liaisons.	Distances O.	P.	C.	VD.
9-6	1,38	1,39	1,407	1,405
6-1	1,41	1,46	1,435	1,436
1-1′		1,41	1,405	1,414
1′-2′		1,38	1,382	1,388
2′-3′	1,41	1,41	1,397	1,398
3′-4′	1,44	1,38	1,382	1,388
1-2	1,42	1,41		1,440
2-3		1,46	1,425	1,420
4-3		1,35	1,368	1,38
4-5	1,46	1,45	1,425	1,420
5-6	1,44	1,42		1,440
5-10	1,40	1,39	1,402	1,410

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Le dosage pondéral du thorium (Étude des précipités à l'aide de la thermobalance de Chevenard)*. Note de Mme **Thérèse Dupuis** et M. **Clément Duval**, présentée par M. Louis Hackspill.

Nous avons entrepris une étude critique de tous les procédés d'analyse quantitative du thorium (faisant suite à celle de l'uranium), en vue de fixer les meilleures conditions de calcination des précipités et d'examiner si certaines de ces méthodes pourraient convenir à des dosages automatiques suivant la technique déjà donnée ([1]).

1° Au cours du séchage ou de la calcination, il faut respecter les températures suivantes, pour peser d'une manière précise les corps correspondants :

Réactif précipitant.	Forme de pesée.	Limites (t °C).
Ammoniaque	$ThO_2 2H_2O$	260-380
Ammoniaque	ThO_2	>747
Ammoniac	ThO_2	>472
Eau oxygénée	$ThO_2 2H_2O$	296-450
Eau oxygénée	ThO_2	>650
Hexaméthylène tétramine	ThO_2	>900
Tannin	ThO_2	>475
Acide iodique	$(IO_3)_4Th$	200-300
» iodique	ThO_2	>674
» sélénieux	ThO_2	>946
Thiosulfate de sodium	ThO_2	>900
Pyrophosphate de sodium	P_2O_7Th	540-946
Acide oxalique	ThO_2	>610
» fumarique	ThO_2	>405
» sébacique	$[COO-(CH_2)_8-COO]_2Th$	70-125
» sébacique	ThO_2	>650
» *m*-Nitrobenzoïque	$[C_6H_4(NO_2)-COO]_4Th$	70-153
» *m*-Nitrobenzoïque	ThO_2	>413
» benzène sulfinique	ThO_2	>541
Cupferron	ThO_2	>408
Oxine	ThO_2	>950
Lorétine ou ferron	$(C_9H_4OSO_3NI)_2Th$	110-216
Lorétine ou ferron	ThO_2	>570
Acide picrolonique	$(C_{10}H_7N_4O_5)_4Th$	60-200

([1]) Clément Duval, *Comptes rendus*, 224, 1947, 1824; 226, 1948, 1276 et 1727.

2° Nous avons dû laisser de côté la précipitation par l'hypophosphate de sodium, non quantitative (Koss, 1912), par l'alizarine-3 sulfonate de sodium (Beck, 1939) insuffisamment étudiée, par l'acide quinaldinique (Erämetsä, 1946), par l'acide gallique (Neish, 1904) et l'acide phénylarsinique (Rice, Fogg, James, 1926) qui peuvent, tout au plus, servir de méthodes de séparation. L'acide fluorhydrique précipite bien quantitativement le thorium, mais le dépôt obtenu ne se prête pas à une filtration rapide. Le dosage avec l'hydroxy-8 quinoléine (oxine) est à rejeter; la courbe de thermolyse est sans cesse décroissante, contrairement à celle de l'uranium; le précipité n'abandonne pas suivant un palier horizontal, la molécule d'oxine supplémentaire qu'il retient. L'iodate précipité n'a pas la formule $4(IO_3)_4Th.IO_3K.18H_2O$ (Chernikhov et Uspenkaya, 1940); c'est un iodate normal, comme l'on prouvé récemment Mœller et Fritz (1948).

3° L'hydroxyde normal $(HO)_4Th$ est mis en évidence sur plusieurs de nos courbes et nous en proposons le palier pour le dosage automatique du thorium. Si l'on fait la précipitation par la méthode de Trombe (1942), à l'aide d'un lent courant d'air entraînant du gaz ammoniac, on obtient entre les valeurs 3,0 et 6,0 du pH, un dépôt filtrable immédiatement et converti en thorine dès 472°.

4° Nous proposons aussi pour les dosages automatiques, les précipités d'iodate, de pyrophosphate, de sébacate, de *m*-nitrobenzoate, de lorétinate (ferronate) et de picrolonate. Notre préférence va tout d'abord au sébacate, ensuite à l'iodate, au cas où l'on voudrait faire des séparations, enfin à la méthode à la lorétine, réactif relativement bon marché, au cas où l'on n'aurait que des traces de thorium à doser; le picrolonate n'offre pas d'avantages sur le précédent.

5° La précipitation par l'acide benzène sulfinique et ses dérivés de substitution ne nous a pas donné les résultats espérés; les réactifs sont fragiles, assez délicats à préparer et surtout, les courbes de pyrolyse ne présentent comme sûr que le palier de la thorine; dès lors, autant utiliser l'ammoniaque ou l'eau oxygénée. Nous proposons enfin d'abandonner les méthodes au sélénite, au thiosulfite, à l'oxalate et au fumarate, après examen de leurs courbes respectives et de l'insolubilité relative des précipités, ainsi que de leur traitement ultérieur.

Les graphiques de référence et leur interprétation individuelle paraîtront dans un autre recueil.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide thymine-4 carbonique.* Note (*) de M. CHARLES MENTZER et Mlle DENISE BILLET, présentée par M. Marcel Delépine.

Alors que l'uracile et la thymine ont fait l'objet de nombreuses recherches en tant que constituants des nucléines, les acides correspondants renfermant

(*) Séance du 24 janvier 1949.

un groupement —COOH en position 4, n'ont été que très peu étudiés jusqu'ici. L'acide orotique, ou uracile-4 carbonique, isolé du lait en 1905 ([1]), est un facteur de croissance aussi actif que l'uracile vis-à-vis du streptocoque hémolytique ([2]). Ce fait a attiré notre attention sur d'autres carboxy-pyrimidines susceptibles de présenter un intérêt microbiologique, soit comme stimulants, soit comme antimétabolites. Le premier terme de cette série, l'acide thymine-4 carbonique a été préparé par Johnson dès 1907 par condensation de la méthyl-thiourée avec l'oxalpropionate d'éthyle et hydrolyse du dérivé soufré obtenu ([3]).

Au cours de recherches personnelles, nous avons cherché à simplifier cette méthode en remplaçant la méthyl-thiourée par de l'urée, ce qui devait nous permettre d'arriver, en un seul temps, directement au produit cherché.

$$CH_3-CH\left\langle\begin{matrix}CO-COO.C_2H_5\\COO.C_2H_5\end{matrix}\right. + \begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix}\Big\rangle CO \rightarrow H_2O + C_2H_5OH +$$

(I): COO.C₂H₅ / CH₃— / N / —OH / N / OH → (II): COOH / CH₃— / N / —OH / N / OH

(I). (II).

La combinaison s'effectue, non pas en milieu alcalin, comme l'a préconisé Johnson, mais en solution chlorhydrique, conformément à une technique déjà utilisée précédemment par Müller pour la synthèse de l'acide orotique ([4]). Le dosage d'azote effectué sur l'ester obtenu est tout à fait conforme à la structure (I). D'autre part, la saponification de cet ester, dans des conditions bien déterminées, aboutit à un acide identique par le point de fusion, le spectre et la teneur en azote, à l'acide thymine-4 carbonique de Johnson. Cet acide doit donc répondre à la formule (II). Cependant des difficultés surgissent quand on compare entre eux l'ester éthylique obtenu à chaud par action de l'alcool chlorhydrique sur (II) et l'ester formé directement par condensation de l'oxalpropionate avec l'urée [formule présumée (I)]. Ces deux corps sont en effet différents, le premier fondant à 255° et le second à 183°. Or, récemment Mitchell et Nyc (5) ont montré que la condensation de l'urée avec l'oxalacétate donne naissance, non pas à un ester orotique, mais à un composé hydantoïnique de formule (III), dont le spectre ultraviolet révèle un maximum à 300$^{m\mu}$, alors que

([1]) Biscaro et Belloni, *Estratto Annuario Soc. Chimica di Milano*, II, 1905, p. 1.
([2]) H. J. Rogers, *Nature*, (Londres), **153**, 1944, p. 251.
([3]) *J. Biol. Chem.*, **3**, 1907, p. 302.
([4]) *J. Pr. Chem.*, (2), **55**, 1897, p. 478.

le maximum de l'acide orotique est situé à $280^{m\mu}$.

```
  NH   CO                           NH   CO
CO<    |                                      CH3
  NH   C=CH—CO OC2H5               CO<   |    |
       (III).                         NH   C=C—CO OC2H5
                                            (IV).
```

Ces faits nous ont incité à effectuer des mesures spectrales :

a. Sur le présumé ester de l'acide thymine-carbonique (F 183°).

b. Sur l'acide obtenu par saponification de ce dernier.

Le maximum de notre ester est également situé à 300 m μ et la courbe d'absorption est superposable à celle de l'ester hydantoïnique décrit par les auteurs américains ([5]). Le maximum de l'acide, par contre, est aux environs de 280 m μ, comme celui de l'acide orotique. En vertu de ces faits, nous pouvons conclure que le corps obtenu par action de l'urée en milieu chlorhydrique sur l'oxalpropionate d'éthyle possède la structure (IV) et non pas (I) comme nous l'avions d'abord pensé. La formation en milieu alcalin de l'acide thymine-carbonique (II) en partant de cet ester (IV) peut s'expliquer par la rupture d'une liaison —CO—NH, suivie d'une recombinaison entre le $—NH_2$ libéré et le groupement carboxéthyle :

```
          C═CH3                     C═CH3                        CH3
         /                         /                              |
H5C2OOC  C————CO   →   H5C2OOC   C————COOH   →   CO⁄    ⁀—COOH
         |    |                  |                |          |
         NH   NH                 NH    NH2        NH         NH
           CO                      CO                  CO
```

Partie expérimentale : (*carbéthoxy-éthylidène-hydantoïne* $C_8H_{10}O_4N_2$). — 13g d'oxalpropionate d'éthyle, 4g d'urée et 5^{cm^3} d'acide acétique sont introduits dans un petit ballon et, tandis que le mélange est chauffé au bain d'huile à 90°, on y fait barboter un courant d'acide chlorhydrique sec pendant 40 minutes. Au bout de ce temps, la masse liquide se prend en un tout cristallin. Après repos d'une nuit, le contenu solide du ballon est lavé à l'eau, puis recristallisé dans l'alcool. Le rendement est de 6g. F. 183°. Maximum d'absorption dans l'U. V. $300^{m\mu}$.

Acide méthyl-orotique ou thymine-4 carbonique $C_6H_6O_4N_2$, H_2O. — Une solution de 5g,4 de l'ester précédent dans 60^{cm^3} d'alcool est traitée par 3g de potasse dissous dans 10^{cm^3} d'eau distillée. Le mélange des deux solutions donne une pâte cristalline; après addition d'eau, jusqu'à obtention d'une liqueur homogène, il faut chauffer une à deux minutes à 80°. Par concentration sous vide, jusqu'à un volume réduit, filtration et précipitation par l'acide acétique, l'acide méthyl-orotique précipite sous forme de cristaux jaune pâle. Recristallisé dans l'eau, il renferme une molécule d'eau de cristallisation et fond avec décomposition à 327°.

Analyse : N % trouvé 14,32; calculé 14,89.

([5]) *J. Am. Chem. Soc.*, 69, 1947, p. 674.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du Sahara Central.*
Note de M. **Maurice Lelubre**, présentée par M. Albert Michel-Lévy.

J'ai mis récemment en évidence au Sahara Central l'importance des accidents de style cassant — fractures et failles — qui ont, dès la fin du cycle suggarien, dirigé les déformations dues aux orogenèses postérieures. En particulier les formations pharusiennes se sont déposées dans un vaste fossé tectonique entre les axes suggariens de l'Ahaggar central et de l'Adrar des Iforas ([1]). En d'autres régions du Massif central saharien on peut faire des observations du même ordre.

A l'Ouest de l'axe suggarien de l'Adrar des Iforas on retrouve le Pharusien, bien que ses rapports avec le Suggarien n'aient pas la même netteté qu'à l'Est : la discordance est généralement mal visible par suite de l'absence de conglomérat de base, de la mylonitisation ou d'intrusions granitiques. Ce Pharusien, dans lequel on retrouve des phyllades, quartzites, calcaires et des lentilles de conglomérats, renferme en outre de nombreuses intercalations volcaniques (à l'Est de Tessalit, au Sud-Est d'Izelilène, à Ametattaï, etc.). Les laves, essentiellement basiques, sont généralement laminées dans la direction Nord-Sud et dans un plan vertical. Ces formations sont recouvertes, en même temps que le Suggarien voisin, par de vastes coulées rhyolitiques, formant les massifs d'Izelilène. Tirar'rar, etc., traversés par des faisceaux de dykes de microgranite. Étroitement liés à ces rhyolites, ou plus exactement à la fin de leur émission, des lambeaux de conglomérats discordants sur les séries précédentes existent à Tessalit, Afara, Tahort, où je les ai découverts en 1941 ([2]). Ces conglomérats, légèrement métamorphiques, ont été récemment assimilés à des formations analogues, bien que non métamorphiques, du Timetrine, sous le nom de *Nigritien* ([3]).

Tous ces lambeaux présentent une disposition semblable : ils sont basculés et faillés, allongés généralement NS à NNE-SSO. Certains, tout en gardant apparente leur stratification légèrement inclinée sur l'horizontale, sont écrasés dans un plan vertical Nord-Sud (oued Afara). On sait d'autre part qu'ils semblent postérieurs aux granites les plus récents. Ils se localisent dans une zone instable, aussi peut-on y voir des formations détritiques produits de la destruction des chaînes précédentes; mais ces affleurements sont encore trop restreints pour légitimer l'existence d'un cycle orogénique distinct.

Quoi qu'il en soit, il existe au Nord-Ouest de l'Adrar des Iforas une zone de fracture qui a indiscutablement rejoué depuis la fin du Suggarien jusqu'après la mise en place des granites les plus récents. Cette zone semble

---

([1]) *Comptes rendus* 226, 1948, p. 419-420; *C. R. Somm. S. Géol. Fr.*, 1948, p. 256-257.
([2]) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 367-369.
([3]) R. Karpoff, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 428-429; 224, 1947, p. 582-584.

bien se prolonger vers le Nord au delà du golfe crétacé du Tanezrouft oriental, marquée par les massifs rhyolitiques de Nahalet, I-n-Hihaou et les pointements plus petits qui affleurent dans l'Ahnet jusque vers Adoukrouz.

A l'Est de l'Ahaggar, l'affleurement de Pharusien découvert par C. Kilian dans la région de l'oued Sersouf présente aussi un grand développement de laves interstratifiées ou intrusives; il est limité à l'Ouest par une longue faille NNO-SSE. On semble bien retrouver encore ici la disposition en fossé.

Le rejeu des zones de fracture suggariennes, constaté très généralement dans le Pharusien, se retrouve pour les orogénèses plus récentes. G. B. M. Flamand a depuis longtemps insisté sur l'orientation subméridienne des accidents hercyniens. C. Kilian a montré la disposition précise de ces vastes plis, passant à des fractures linéaires dans l'ensemble de l'enceinte tassilienne de l'Ahaggar ([4]), et j'ai pu constater des faits analogues jusque dans la couverture paléozoïque du Tibesti ([5]). L'allure rectiligne des plis hercyniens s'explique aisément par le rejeu d'accidents antécambriens qui ne sont pas seulement d'anciennes fractures, mais aussi des plis et des masses intrusives. Il est remarquable, par exemple, de constater que la falaise tassilienne a un contour très simple au-dessus du Suggarien rigide de l'Eg'éré alors qu'elle forme des festons extrêmement serrés au-dessus des phyllades et quartzites de l'Ahnet.

Enfin le volcanisme récent lui-même a utilisé souvent le rejeu d'accidents plus anciens, comme l'a démontré C. Kilian à Djanet par exemple.

En résumé, la tectonique du Sahara central est caractérisée, depuis la fin du cycle orogénique suggarien au moins, par le rôle prédominant des accidents cassants du substratum, dirigeant les déformations récentes. Ces accidents cassants se retrouvent dans toute son étendue. Aussi n'y a-t-il pas lieu de considérer une *Grande faille orientale de l'Adrar des Iforas* comme un accident singulier de la plate-forme africaine; il existe en réalité un réseau de telles fractures, dont il semble illusoire de chercher des prolongations lointaines en l'absence d'observations continues et précises.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du revers italien de l'Argentera-Mercantour.* Note de Mlle **Anne Faure-Muret** et M. **Gabriel Suter**, présentée par M. Paul Fallot.

On admet que la nappe de l'Ubaye-Embrunais ([1]) et les unités qui l'accompagnent, se prolongent en Italie du Pas de l'Enclausette au col de Tende, en

---

([4]) *C. R. Somm. S. Géol. Fr.*, 1936, p. 110.

([5]) *C. R. Ac. Sc. Coloniales*, 19 juillet 1946, p. 337-357.

([1]) *Feuilles géologiques italiennes au* 1/100000 de : Dronero-Argentera (1930), Demonte (1933), Boves (1934); D. Schneegans, *Mém. Carte Géol. Fr.*, Paris, 1938, p. 238-241.

contournant par le Nord et le Nord-Est le massif de l'Argentera-Mercantour. Elles reposent sur un ensemble considéré, jusqu'ici, comme formant la couverture autochtone du socle cristallin.

En fait la région est plus complexe.

Dans la vallée de la Stura, de 7^{km} au Nord-Ouest de Vinadio jusqu'à l'aval de cette localité, différentes coupes nous ont permis des observations dont la coordination fait ressortir les points suivants.

Le Trias plissé repose mécaniquement sur les gneiss, tantôt par ses cargneules, plus rarement par des débris laminés de grès werfénien. Ses dolomies, d'épaisseur variable, supportent ensuite, par l'intermédiaire de cargneules, des calcaires et des marno-calcaires qui, rendus schisteux par écrasement, sont d'âge indéterminable, vraisemblablement jurassique.

Cet ensemble, décollé par rapport aux gneiss, est redressé avec eux à la verticale. Il apparaît notamment dans le ravin de Cardiola Grande au Nord-Ouest de Vinadio.

En discordance mécanique sur lui, vient un complexe faiblement incliné vers le Nord-Est et débité en écailles que soulignent, en général, des cargneules du Trias supérieur. Les écailles inférieures comportent du Jurassique broyé, indéterminable. Dans l'unité supérieure, le Lias et le Dogger datés sont suivis, notamment dans le ravin de Cardiola Grande, par des marnes noires sans doute oxfordiennes. Elles sont surmontées, à leur tour, par un ensemble, peut-être tectoniquement indépendant, de calcaires cristallins stériles, attribués par les auteurs italiens au Crétacé [2]. Ces calcaires, puissants d'au moins 200 mètres, supportent une série rapportée par les mêmes auteurs au Nummulitique. Sur le Tertiaire repose la nappe de l'Ubaye-Embrurais.

Dans cette succession les écailles inférieures semblent de faible extension. L'élément supérieur caractérisé par ses calcaires cristallins, s'étend sur un plus large front; nous le connaissons déjà sur 7^{km}, il semble se poursuivre à l'Est par le Nord de Vinadio, jusque vers Demonte.

Plus au Sud-Est, entre la Stura et le Gesso, la structure de la bordure sédimentaire se complique; son interprétation est plus difficile. Mais on retrouve sur le Cristallin une série secondaire d'extension stratigraphique indéterminée débutant par du Trias sans Werfénien, décollée par rapport au gneiss et redressée, avec lui, à la verticale. Directement sur elle, ou par l'intermédiaire d'écailles laminées, repose en discordance mécanique, une série calcaire subhorizontale ou faiblement inclinée à l'Est-Nord-Est [3], différente

---

Nous ne discuterons pas ici des attributions à telle ou telle unité reconnue plus au Nord, en France, bloquant en un seul ensemble tout ce qui fut décrit en repos anormal sur le Tertiaire, en Italie.

[2] S. Franchi, *Atti R. Acc. naz. Lincei*, s. 6, 3, 1926, p. 257-261; *Feuille géologique italienne au* 1/100 000 de Demonte, 1933.

[3] S. Franchi (*Atti R. Acc. naz. Lincei*, s. 6, 9, 1929, p. 35-39) interprétait cet

de celle dominant Vinadio. Elle comporte surtout, ici, des cipolins blancs contenant localement des lits verts à chlorite et épidote. A la base, nous n'avons observé ni le Lias, ni le Dogger, ni les marnes noires du ravin de Cardiola Grande.

Les cipolins forment la cime de Cialancia. Au revers Nord de cette arête, la carte italienne indique du Flysch à Helminthoïdes en repos normal sur les gneiss du Sud de Demonte. En fait le contact de ces deux formations est mécanique ; le gneiss et la série qu'il supporte sont extrêmement écrasés.

Dans la vallée du Gesso d'Entraque, la feuille italienne de Demonte indique du Crétacé transgressif sur le Trias et jusque sur le cristallin. Le contact est, ici aussi, mécanique et se fait par l'intermédiaire d'une brèche tectonique. La série comportant le Crétacé, rabotée en biseau à sa base, repose sur un ensemble presque vertical de Trias et de jurassique écrasés.

Enfin plus au Sud-Est encore, au versant Ouest du mont Garbella, des dolomies cristallines, puissantes de 200^m, rapportées par les auteurs au Lias, reposent en contact anormal sur les gneiss et sur un complexe triasique et jurassique décollé par rapport à eux et ramené, avec eux, à la verticale.

Ainsi, sur toute la bordure Nord et Nord-Est du Massif de l'Argentera-Mercantour, de Pontebernardo, dans la vallée de la Stura, jusqu'au Sud-Est d'Entraque, le socle cristallin a été pelé de sa couverture sédimentaire qui, décollée au niveau du Trias, a été traînée sur lui, puis redressée à la verticale, lors de la surrection du Massif. Sur cette série et jusque sur le gneiss vient un ensemble débité en écailles.

Il n'y a donc pas à proprement parler d'autochtone en dehors du gneiss. C'est sur tout un complexe d'imbrications largement décollées, et non comme on l'admettait jusqu'ici sur l'enveloppe sédimentaire normale du massif cristallin, que repose, en Italie, le front de la nappe de l'Ubaye-Embrunais et des unités qui l'accompagnent.

GÉOLOGIE. — *Sur l'allure des plis de couverture au Sud-Ouest du massif de l'Argentera-Mercantour.* Note de M. **Pierre Bordet**, présentée par M. Paul Fallot.

J'ai déjà signalé [1] que les terrains qui affleurent dans la région du dôme permien de Barrot, au Sud-Ouest du massif de l'Argentera-Mercantour, peuvent se diviser en trois ensembles superposés, tectoniquement indépendants :

---

ensemble calcaire comme un anticlinal crétacé couché vers l'Est-Nord-Est sur du Flysch nummulitique. Il s'agit, en fait, d'une écaille poussée vers l'Ouest-Sud-Ouest, sur n'importe quel terme de la série sous-jacente.

[1] *Comptes rendus,* 217, 1943, p. 485; 224, 1947, p. 408; P. Bordet M. et Lemoine, *Comptes rendus,* 226, 1948, p. 1102.

1° Le socle, formé de permien et de trias inférieur, est ployé en un dôme régulier (dôme de Barrot);

2° Le Muschelkalk, décollé, est énergiquement plissé au Nord de ce dôme : il forme une vingtaine d'anticlinaux droits ou déversés présentant même des recouvrements de l'ordre du kilomètre; au Sud, au contraire, il est resté collé sur le socle;

3° La couverture jurassique et crétacée, par contre, est sensiblement tabulaire au Nord, tandis qu'au Sud elle est repliée en plis déversés.

Ces faits s'expliquent par l'existence de deux niveaux plastiques (cargneules inférieurs et Keuper) qui ont joué le rôle de *lubréfiant* dans les mouvements différentiels.

Mais la structure d'ensemble qui en résulte est très remarquable : le dôme permien a formé un butoir contre lequel s'est arrêté le mouvement en avant du Muschelkalk. Celui-ci s'est accumulé en plis serrés dans la dépression située au Nord, soulevant la couverture jusqu'au niveau de l'obstacle; mais abandonnée sans soutien au Sud de celui-ci, cette couverture s'est repliée sur elle-même en plis déversés.

Or il semble impossible d'admettre que le Muschelkalk ait été plissé seul, par refoulement sous sa couverture immobile. On peut en donner pour preuve :

1° La présence absolument constante d'une lame de Keuper entre Muschelkalk et Jurassique, qui n'aurait pu subsister si les anticlinaux étaient venus simplement s'appuyer contre la couverture pour la soulever;

2° Le fait que tous les anticlinaux sont couchés vers le Sud; les exceptions très rares sont purement locales;

3° Le fait curieux que les anticlinaux situés directement sous la couverture ont souvent un flanc normal beaucoup moins épais que leur flanc renversé; ce qui ne peut s'expliquer que par le rabotage de leur partie supérieure par la couverture;

4° La présence, au Sud du dôme permien, de plis dans la couverture qui supposent un glissement en avant de celle-ci par rapport au Muschelkalk.

On doit donc conclure que le plissement du Muschelkalk est dû à son entraînement par la couverture glissant elle-même en avant. Le déplacement de la couverture par rapport au socle est donc du même ordre de grandeur que celui du Muschelkalk. Or ce dernier, compte tenu de tous les replis visibles peut être estimé au total à une dizaine de kilomètres ou même plus. C'est donc une valeur de cet ordre qu'il faut admettre pour le glissement en avant, dans toute cette région, de l'épaisse couverture jurassique, crétacée et tertiaire (plus de 1500^{m} de puissance).

L'ampleur des phénomènes de translation horizontale que révèle la boutonnière du dôme de Barrot est assez inattendue. Ailleurs, dans d'autres conditions, des déplacements de cette importance ont donné naissance à d'authentiques nappes de charriage. Ici le phénomène s'est réduit à des *plis de*

couverture au sens d'Émile Argand, qui pour être moins spectaculaires que les nappes véritables n'en sont pas moins remarquables par le volume des matériaux déplacés.

GÉOLOGIE. — *Répartition des faciès de l'Oligocène inférieur dans le Fossé rhénan.* Note de M. **Nicolas Théobald**, présentée par M. Paul Fallot.

La découverte près d'Obernai (Bas-Rhin) d'un gisement fossilifère d'âge oligocène inférieur permet de faire quelques constatations nouvelles sur la répartition des faciès oligocènes dans cette partie du Fossé rhénan.

Ce gisement a été mis à jour lors des travaux d'établissement de la piscine municipale à la sortie Ouest d'Obernai, près de la route allant d'Obernai à Boersch, à l'extrémité Ouest du parc municipal (ancienne propriété de Hell d'Oberkirch), à 40^{m} de la rive droite de la rivière Ehn. Altitude du niveau du sol prise sur la carte topographique à $1/25000 = 190^{m}$ environ.

La coupe suivante a été relevée :

$0^{m},50$ de terre arable;

$2^{m},20$ de lehm brun roux à nombreux grains de limonite, s'enrichissant progressivement vers le bas en sables et en graviers vosgiens;

$1^{m},20$ de sables, graviers et galets à stratification lenticulaire et à structure entrecroisée; nombreux blocs dépassant 50^{cm} de diamètre, alluvions anciennes de l'Ehn à matériel vosgien provenant du massif de l'Ehn;

$1^{m},50$ de marno-calcaires en plaquettes et de marnes gris brunâtre à gris verdâtre et gris inférieur bleuâtre; nombreux *Mytilus socialis* dans les marnes gris bleu de la base = Oligocène inférieur.

L'Oligocène est essentiellement formé de marnes argileuses de teinte gris bleu à gris verdâtre contenant très peu de mica et des traces de sable. Dans la partie supérieure on observe une coloration diffuse de jaune et de brun avec quelques filets de sable. Cette région renferme, sur 50^{cm} à 1^{m}, des calcaires marneux à peine gréseux en plaquettes de 2 à 3^{cm} d'épaisseur et à surface irrégulière. La stratification grossière de ces plaquettes révèle un pendage de 20 degrés environ en direction Est, c'est-à-dire vers le centre du Fossé rhénan.

Les marnes gris verdâtre placées sous les marnes à plaquettes n'ont livré aucun fossile. Mais les marnes argileuses gris bleu de la base sont pétries par endroits de nombreuses coquilles à test nacré qu'avec Mlle S. Gillet nous avons identifiées à *Mytilus socialis* Braun.

Des petites concrétions calcaires de forme irrégulière existent dans toute la masse; elles sont plus abondantes dans la partie supérieure qu'à la base.

Age de la formation. — Les dépôts oligocènes présentent les caractères de la formation connue dans le Bassin de Pechelbronn sous le nom de *Zone à Mytilus* et placée à la base de la *Zone fossilifère* (couches de Pechelbronn moyennes), telle qu'elle a été décrite récemment par R. Schnaebele [1]. Cet auteur note

---

[1] *Mémoires du Serv. Carte géol. Als.-Lor.*, 7, 1948.

précisément la grande extension régionale et le faciès relativement constant de la zone à *Mytilus* qui la rendent utilisable pour des corrélations lointaines.

Cette découverte appelle plusieurs remarques.

1° Le faciès de ces marnes à *Mytilus* est différent de celui de l'horizon de même âge du Bassin oligocène du Haut-Rhin : la région d'Obernai appartient à une autre aire de sédimentation que le Bassin du Haut-Rhin.

2° L'existence dans la région d'Obernai de l'Oligocène inférieur sous le faciès des couches de Pechelbronn permet d'envisager la possibilité de l'existence d'horizons pétrolifères dans cette partie du Fossé rhénan.

3° J'ai déjà signalé ([2]) l'existence au cours de l'Aalénien d'une limite de faciès allant de la région d'Obernai à celle de Lahr. Il est possible qu'à l'Oligocène la limite séparant les faciès du Bassin de Pechelbronn de ceux du Bassin de la Potasse se trouve aussi dans cette région. Au Nord et au Sud d'Obernai on connaît des terrains oligocènes plus récents que celui que je viens de découvrir. La région d'Obernai semble correspondre à la zone la plus relevée et la plus favorable aux recherches éventuelles de pétrole.

4° Enfin, la découverte de ce gisement fossilifère oligocène au contact immédiat de la région fracturée des collines sous-vosgiennes est d'un grand intérêt stratigraphique. Il est probable que les conglomérats oligocènes à éléments polygéniques affleurant au Mont National, à une centaine de mètres du gisement précédemment décrit, ont la même position stratigraphique que les conglomérats côtiers de la région de Pechelbronn. On doit leur attribuer un âge postérieur à la zone fossilifère. Une partie au moins est sans doute l'équivalent latéral des couches de Pechelbronn supérieures.

Une étude d'ensemble des conglomérats côtiers de la zone sous-vosgienne devrait d'ailleurs nous fournir des renseignements du plus haut intérêt stratigraphique sur l'évolution du Bassin oligocène d'Alsace.

GÉOLOGIE. — *Le Lotharingien en Lorraine centrale.*

Note (*) de M. **Pierre-L. Maubeuge**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Mes observations dans toute la Lorraine m'ont amené à des conceptions nouvelles en ce qui concerne la stratigraphie du sommet du Lias inférieur et du Lias moyen. J'examine ici seulement le Lotharingien de Lorraine centrale.

Sinémurien supérieur : II — *Lotharingien* : 3, *Calcaire ocreux* : Calcaire gris bleu à gris, taché de limonite et de pyrite, plages d'oolithes ferrugineuses, passées de phosphates. Faune riche dont : *Oxynoticeras*, *Guibaliceras Guibali* d'Orb., *G. Buvignieri* d'Orb., *Ox. oxynotum* Qu. (je ne connais aucun échan-

([2]) *Mémoires Serv. Carte géol. Als.-Lor.*, 8, 1948.

(*) Séance du 24 janvier 1948.

tillon absolument certain de cette espèce), *Echioceras raricostatum* Ziet., *Deroceras armatum* d'Orb., *Asteroceras cf. obtusum* Sow. (forme type selon Gérard), *Ast. stellare* Sow., *Vermiceras, Agassiceras Scipionianum* d'Orb., *Microderoceras Birchi* Sow. (selon Gérard), *Crucilobiceras, Liogryphea obliqua* Auct.

La face supérieure du banc est taraudée et couverte de galets roulés taraudés, sporadiques. Puissance : $0^m,40$ dans le Vermois, $0^m,60$-$0^m,80$ Forêt de Champenoux. Parfois, en tête, 10^{cm} de marnes de même faune.

2. *Marnes à Promicroceras, Marnes à Hippopodium* Auct. : Marnes gris foncé, à nodules de calcaire siliceux. *Pr. planicosta* Sow., *Xipheroceras Dudressieri* d'Orb., *Xiph. Ziphus* Ziet., *Ast. obtusum* Sow. (selon les auteurs allemands), *Bifericeras bifer* Qu. (selon Gérard). *Liogryphea obliqua* Auct. Puissance environ 25 mètres.

1. *Calcaire à Prototeuthis acutus* : Banc terminal corrodé, taraudé, couvert de nodules phosphatés roulés et criblé des mêmes nodules. C'est le terme supérieur d'une alternance de bancs de calcaire gris-bleu clair à gris-clair et de marne feuilletée gris-foncé. Sur environ 3 mètres en-dessous, les bancs renferment en abondance *L. obliqua* Auct., *L. arcuata* Sow. et plusieurs formes distinctes, avec *Pr.* (*Nannobelus*) *acutus* Mill., *Pr. planicosta* Sow. est présent à ce niveau dans toute la Lorraine centrale comme en Souabe où je l'ai retrouvé à Ewattingen. Riche faune d'Ammonites dans le Xaintois, pauvre ou absente vers Gironcourt et Merrey : *Cymbites, Euagassiceras, Sulciferites*, petits *Arnioceras* (plusieurs espèces) dont *A. cf. semicostatum* Y et B., *Oxynoticeras*, grands *Arietites*. sp.

I — *Sinémurien S. S. : Calcaire à Gryphées :* Même alternance de bancs plus foncés, gris-bleuâtre, sans *L. obliqua*, rares *Pr. acutus*. Entroques à *Pentacrinus* fréquentes. En haut, quelques *Sulciferites* et rares petis *Arnioceras*; *Ag. Scipionianum* d'Orb. habiterait ce niveau. C'est l'horizon des grandes Ammonites qui existent encore dessous avant l'apparition de *Pr. acutus : Coroniceras trigonatum* Hyatt, *Ammonites Bucklandi* Sow., *A. bisulcatus* Brug.. *C. Gmuendense* Opp., *Paracor. Crossii* Wrigtht.

Conclusions. — 1° Haug a proposé le premier l'étage Lotharingien, adopté par les auteurs français. Cet étage est, en Lorraine, une division commode stratigraphiquement et cartographiquement. Toutefois, sa limite inférieure, supposée coïncider avec la base des *Marnes à Promicroceras* doit comprendre les bancs de tête du *Calcaire à Gryphées*, soit les *Calcaires à Prototeuthis acutus*. La présence de *L. obliqua, Pr. planicosta, Oxynoticeras*, etc. montre que la faune est lotharingienne et identique à celle des *Marnes à Promicroceras*. Ici, le renouvellement des faunes a précédé un nouveau cycle de sédimentation et les mouvements épirogéniques généralisés en Lorraine sont traduits par les bancs phosphatés (*cf.* les observations de A. Bonte dans les Ardennes et des auteurs allemands en Lorraine orientale) et la surface d'émersion. Des mouvements

précontemporains existent en Haute-Marne, à Merrey; en Alsace (*cf.* Schirardin); en Angleterre; en Souabe (*cf.* travail à paraître en collaboration avec N. Thèobald). Les *Marnes à Promicroceras*, de la même zone paléontologique que le sommet du *Calcaire à Gryphées*, appartiennent cependant à des épiboles différentes. Malgré des contradictions apparentes, il semble que ces marnes sont assimilables aux épiboles *oxynotum*, *obtusum*.

2° Une nouvelle rupture d'équilibre termine le cycle ayant vu le dépôt de ces marnes. Un horizon sporadique à galets le manifeste. *Le Calcaire ocreux*, qui est une formation à concentrations quasi autochtones de fossiles, en est le résultat. Ce mince niveau groupe les éléments des épiboles diverses. *D. armatum*, *Ox. oxynotum* (?), *Ast. obtusum*, *Ast. stellare*, *Mic. Birchi*, *Ag. scipionianium*, en sont des témoins.

Une nouvelle phase épirogénique marque la fin de ce dépôt. Le banc du *Calcaire ocreux* est taraudé et couvert de galets remaniés mal datés. Ceci éclaire d'un jour nouveau la trouvaille de Klüpfel, sur l'anticlinal principal lorrain, de résidus d'érosion du *Calcaire ocreux* et de la disparition des *Marnes à Zeilleria numismalis*. On est en présence de phénomènes tectoniques généralisés en Lorraine. Dans la région étudiée par Klüpfel, les mouvements sont Carixiens. En Lorraine centrale on sait seulement qu'ils sont situés entre la fin du Lotharingien et le milieu du Carixien. Une lacune importante y existe en effet entre le *Calcaire ocreux* et le *Calcaire à Davœi*, portant sur les zones à *Taylori-Pettos; Jamesoni-polymorphus-natrix; ibex-Valdani-Maugenesti*. Entre Metz et Thionville en particulier, des lambeaux isolés de ces zones sont connus.

3° Ces détails se rapportant au Carixien seront traités dans un second travail. Les résultats des travaux parus jusqu'ici concernant le Lotharingien et le Carixien y seront examinés; car il est nécessaire d'éclairer la question des données en contradiction avec les présentes conclusions ([1]).

GÉOLOGIE. — *Sur l'inversion temporaire de l'évolution des côtes basses en cours de sédimentation. Observations sur le littoral vendéen.* Note de M. **André Rivière**, présentée par M. Paul Fallot.

La comparaison des cartes terrestres ou marines établies à différentes époques montre que dans la région de l'Aiguillon, le continent est en voie d'extension aux dépens du domaine maritime depuis des siècles. Le phénomène subit parfois des interruptions momentanées et la période qui s'étend des environs de 1940 jusqu'au printemps 1947 a été marquée par un recul sensible de la côte avec

([1]) *Voir* notamment : W. Klüpfel, *Jahrb. Pr. Geol. Landes*, B. 39, H. 2, 1921 ; Gérard et Gardet, *B. S. G. F.*, 8, 1938 ; Gérard et Tètry, *B. S. Sc. Nancy*, N. 10, 1938 ; Gérard, *B. S. G. F.*, 1, 1931.

attaque du cordon dunaire protégeant l'arrière-pays. Au printemps 1947, la marche des phénomènes s'est renversée et dès le mois de juillet de cette même année, les plages étaient visiblement en voie d'engraissement rapide et la mer commençait à reculer.

L'étude suivie du littoral au cours des vacances 1946-1947 m'a permis de constater une instabilité relative des profils transversaux autour de positions moyennes. Par le jeu bien connu des courants de fond compensateurs, les vents de terre produisent le remblayage des plages, tandis que les tempêtes soufflant du large entraînent une recrudescence des phénomènes d'ablation littorale, marquée par l'apparition de petites falaises d'érosion (ou la formation d'indentations semi-elliptiques connues sous le nom de « cups »). Toutefois, alors qu'en 1946, les phénomènes de creusement provoquaient fréquemment l'affouillement et le recul du cordon dunaire, en 1947, celui-ci n'était qu'exceptionnellement touché et seules les grèves subissaient une érosion momentanée, bientôt compensée et au delà, lorsque soufflaient les vents de terre. Tout au long de la côte, de la Grière à la pointe d'Arçay, de multiples observations m'ont permis de constater que le renversement de l'évolution littorale s'est produit à la suite d'un remblayage accentué des fonds littoraux ou, en d'autres termes, à la suite d'une diminution marquée des pentes des profils transversaux. Cette constatation donne la clef de l'évolution sédimentaire de la région. En effet, les violentes tempêtes accompagnées de raz-de-marée de la période 1938-1941 produisirent (en raison de l'existence des courants de fond compensateurs dirigés vers le large), non seulement une érosion accentuée des plages, mais, chose beaucoup plus grave, *un affouillement marqué de l'estran et des fonds adjacents*. Devenus très abrupts, les profils littoraux présentaient des pentes supérieures à celles des profils d'équilibre correspondant aux conditions océanographiques moyennes. Comme les actions littorales tendent toujours à ramener les formes du rivage à ces profils d'équilibre, il en est résulté, plusieurs années durant, un recul persistant de la côte. Ce recul a duré jusqu'au moment où les profils d'équilibre moyens se sont trouvés rétablis, à la suite du recul lui-même, mais surtout en raison du remblayage des fonds par transfert littoral (phénomène bien connu sur cette côte).

Par la suite, ces apports auraient eu tendance à entraîner un remblayage des fonds au-dessus des profils d'équilibre. A partir de ce moment, l'effet des actions littorales tendant à rétablir ces profils n'a pu se traduire que par une avancée du rivage aux dépens du domaine océanique (suivant d'ailleurs des mécanismes variés).

Il est clair que l'évolution d'ensemble de ces phénomènes d'un caractère très extensif a été tout à fait indépendante des perturbations locales résultant de l'existence de la lagune de la Faute (la Casse). D'ailleurs le remblaiement de la plage de la Faute, souligné par l'ensablement des *bouchots*, déjà très marqué au mois de juillet 1947, progressait rapidement longtemps avant que

le barrage entrepris en travers de la Casse ait pu avoir une action quelconque sur les courants (les chenaux n'étaient pas encore obstrués à la fin de l'été 1947).

Il résulte de ces faits que toute côte basse, non protégée des vents du large, se trouve exposée, fut-elle une *côte d'émergence*, à des reculs durables (parfois plusieurs années) lorsqu'une série de tempêtes exceptionnelles ont provoqué, en un temps parfois très court, une érosion marquée des fonds littoraux. Le remblayage des fonds à leur cote primitive (ou, plus exactement, la reconstitution des profils d'équilibre) marquera l'arrêt du recul et la reprise de l'évolution normale du littoral.

D'un point de vue pratique, le contrôle suivi des profils ou même simplement celui de l'état d'érosion ou de remblayage des fonds permettront généralement de prévoir, pour une assez longue période, le sens de l'évolution littorale.

GÉOPHYSIQUE. — *Variations de la couleur du ciel nocturne de mars 1947 à mai 1948.* Note de MM. **Raymond Grandmontagne** et **Charles Delestrade**, présentée par M. Jean Cabannes.

L'enregistreur photoélectrique ([1]) installé à l'Observatoire de Haute-Provence a permis une étude suivie des variations de couleur du ciel nocturne au zénith depuis un peu plus d'un an. Actuellement, la lumière est reçue par une cellule au rubidium et filtrée par les verres suivants : BG4, OG2, RG1, RG5 Wattren 88 ([2]), donnant une fraction bleue du spectre et diverses fractions rouges et infrarouge proche.

Les résultats sont exprimés par le rapport de la déviation du photomètre enregistrée pour un filtre à celle qu'il donne pour le filtre OG2. Ces rapports suffisent à caractériser les variations de la couleur. La période de rotation des filtres est d'environ 45 minutes, de sorte que les nombres employés pour chaque nuit sont les moyennes des déviations du photomètre pour chaque filtre au cours de la nuit. Les rapports sont faits sur les moyennes. Les nuits d'observation ont toujours débuté par ciel pur; mais il a pu arriver que le ciel se couvre plus ou moins pendant la marche automatique de l'enregistrement. Les nuages visibles ont été notés avec le plus grand soin par un observateur; et, seule la partie des enregistrements relative à un ciel clair a été employée; on a même éliminé les observations qui paraissent trop près de la période nuageuse et qui se signalent sur la courbe de variation diurne par certains caractères. Dans le tableau ci-après, on a cependant fait mention de l'état le plus nuageux observé dans la nuit; car il se peut que malgré les précautions prises, un état prénuageux altère la couleur.

On ne manquera pas de remarquer les variations du rapport BG4/OG2 qui représente le rapport du bleu global au rouge global et qui passe par un

([1]) R. Grandmontagne, *Thèses*, Paris, 1941, p. 8 à 18.
([2]) R. Grandmontagne, *Thèses*, Paris, 1941, p. 19.

large maximum centré sur juin 1947. Faut-il attribuer à la diffusion de la lumière solaire un tel résultat? La dépression du Soleil en dessous de l'horizon est, en effet, minimum en cette saison et, quoiqu'elle dépasse les 18° classiques et que les variations diurnes de ces nuits n'offrent pas de caractéristiques franchement crépusculaires, on serait amené ainsi à admettre un effet crépusculaire prolongé. Cette explication serait d'accord avec une observation antérieure ([3]) d'un maximum dans la valeur absolue de la lumière rouge faite à Lyon en 1937.

D'autre part, le ciel paraît aussi capricieux pour sa couleur que pour sa brillance; et lorsque plusieurs observations ont pu être assez rapprochées, on trouve rarement des rapports égaux (18 et 20 juillet 1947); mais, plus souvent, des variations sérieuses (10 au 17 septembre 1947). Enfin, si l'on regarde les régions extrêmes, c'est-à-dire les rapports BG4/OG2 et W88/OG2, on trouve une tendance très nette à des variations brusques de sens contraires. Exemples : 18 et 19 août; 14-15 et 17 septembre. Cet effet résulte d'une augmentation de la valeur absolue du rouge total sans variation appréciable du bleu en août; mais, au contraire, s'accompagne des variations opposées des deux domaines en septembre.

		Rapports			
Date.	BG_4/OG_2.	RGI/OG_2.	RG_5/OG_2.	W_{88}/OG_2.	Plus mauvais état du ciel dans la nuit.
19 mars 1947.....	0,770	0,820	0,640	0,473	Clair
20 » »	0,920	0,840	0,615	0,457	Très clair
25 » »	1,125	0,838	0,606	0,450	»
11 avril »	0,980	0,795	0,605	0,442	Clair
12 » »	0,930	0,807	0,615	0,456	»
13 » »	1,120	0,820	0,590	0,440	Brouillard
20 » »	0,880	0,820	0,620	0,460	Demi-couvert
18 mai »	1,210	0,840	0,666	0,470	Très clair
16 juin »	1,300	0,780	0,620	0,460	Clair
19 » »	1,270	0,843	0,610	0,451	»
18 juill. »	1,160	0,836	0,640	0,454	»
20 » »	1,162	0,838	0,628	0,443	Très clair
18 août »	1,060	0,808	0,572	0,374	Clair
19 » »	0,965	0,810	0,602	0,436	»
10 sept. »	0,925	0,830	0,640	0,454	»
11 » »	1,040	0,820	0,633	0,430	»
13 » »	1,020	0,850	0,645	0,425	»
14 » »	0,935	0,800	0,617	0,405	»
15 » »	1,240	0,825	0,610	0,380	»
17 » »	1,090	0,840	0,630	0,415	»
13 oct. »	1,100	0,813	0,635	0,410	»
15 nov. »	0,950	0,805	0,618	0,387	»
21 » »	0,815	0,830	0,640	0,415	»
11 déc. »	1,013	0,857	0,630	0,444	Couvert
12 » »	0,740	0,840	0,690	0,445	Clair
13 » »	0,900	0,930	0,743	0,480	»
13 janv. 1948.....	0,857	0,831	0,662	0,415	Quelques cirrus
11 févr. »	1,040	0,830	0,580	0,398	Clair
4 mars »	0,920	0,840	0,642	0,455	»
5 » »	0,840	0,840	0,647	0,402	»
10 avril »	1,195	0,875	0,670	0,394	»
11 mai »	0,900	0,825	0,592	0,346	Légère brume

([3]) R. Grandmontagne, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 322.

OCÉANOGRAPHIE. — *Déterminations physicochimiques sur l'eau méditerranéenne dans la région de Monaco.* Note de M. **Robert Darmois** et Mme **Jacqueline Darmois**, présentée par M. Jean Cabannes.

Nous avons montré précédemment ([1]) et ([2]) que l'on peut adopter comme coefficient de pureté d'une eau de mer le quotient η_{sp}/S de la viscosité spécifique par la salinité.

Nous avons déterminé ce coefficient pour une eau de mer synthétique, préparée au laboratoire, contenant les mêmes sels qu'une eau méditerranéenne de salinité 38 et exempte de matières organiques. Les poids des sels contenus dans les solutions de départ ont été calculés après déterminations densimétriques. Nous avons obtenu pour cette eau synthétique $\eta_{sp}/S = 2{,}012.10^{-3}$ à 20°. Ce coefficient de pureté est inférieur à celui obtenu pour l'eau naturelle, soit $\eta_{sp}/S = 2{,}117.10^{-3}$ à 20° ([1]) et ([2]). Ceci prouve la présence en solution de traces non négligeables de matières organiques à longues chaînes et confirme ce que nous avions trouvé par le calcul.

Pour étudier l'influence des corps dissous autres que les sels sur la tension superficielle d'une eau de mer, nous avons déterminé cette quantité sur 39 échantillons que nous avons prélevés à différentes profondeurs à bord de l'*Eider*, du Musée Océanographique de Monaco. Nous avons effectué notamment un prélèvement d'eau superficielle (P = 0 dans le tableau) grâce à un appareil spécialement réalisé pour *sucer* la pellicule superficielle. L'échelle du tensiomètre étant vérifiée à l'aide de poids, nous avons calculé la tension superficielle exacte γ en utilisant le facteur correctif F de Harkins et Jordan ([3]). Avec $R/r = 42$ (R rayon de l'anneau et r rayon du fil), on trouve F = 0,998 pour l'eau de mer. Dans le tableau, P est la profondeur en mètres, t la température de l'eau de mer *in situ*, S la salinité mesurée par la méthode de Knudsen, T la température à laquelle la tension superficielle γ_T de chaque échantillon a été mesurée; γ'_T est la tension superficielle de l'eau pure à la même température T et $\Delta\gamma$ est la différence $\gamma_T - \gamma'_T$.

$\Delta\gamma$ varie avec les échantillons; pour l'eau synthétique on a obtenu $\Delta\gamma = 1{,}07$. $\Delta\gamma$ étant indépendant de la température entre 10 et 40° pour les solutions salines, et les écarts entre les $\Delta\gamma$ de l'eau de mer naturelle avec la valeur 1,07 correspondant à l'eau synthétique étant trop grands pour être imputables aux écarts de salinité qui sont de l'ordre de 2 % et correspondent à une variation de γ inférieure à 0,05 C. G. S., on peut penser que les échantillons prélevés renferment des substances autres que des sels qui agissent assez fortement sur la tension superficielle.

([1]) *Comptes rendus*, 225, 1947, p. 1167.
([2]) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 740.
([3]) *J. Am. Chem. Soc.*, 2, 1930, p. 1764.

Date. Position. P. t. S. T. γT. γ'T. Δγ.

TABLEAU.

Date.	Position.	P.	t.	S.	T.	γT.	γ'T.	Δγ.
30 mars 1948...	43° 39,2 N 7 32,4 E	200	13,3	38,25	16,8	75,5	73,2	2,3
		400	13,2	38,30	16,9	75,6	73,2	2,4
		600	13,0	38,35	16,7	75,4	73,2	2,2
		800	12,9	38,28	16,7	75,6	73,2	2,2
		2	12,9	37,62	16,1	75,5	73,3	2,2
31 mars 1948...	43 45,3 N	2	14,0	37,54	15,8	74,9	73,3	1,6
	7 29,3 E	10	14,1	37,63	14,7	75,5	73,5	2,0
	43 44,7 N	50	13,7	37,81	15,1	74,4	73,5	0,9
	7 29,8 E	2	14,1	37,70	15,0	74,3	73,5	0,8
	43 45,5 N	50	13,7	37,74	14,8	74,3	73,5	0,8
	7 32,1 E	2	13,8	37,70	15,0	74,4	73,5	0,9
	43 44,1 N	50	13,9	37,77	15,0	74,8	73,5	1,3
	7 28,9 E	2	14,1	37,68	15,0	74,6	73,5	1,1
1er avril 1948..	43 40,0 N	50	13,8	37,69	14,9	74,9	73,5	1,4
	7 20,5 E	2	13,9	37,66	14,8	74,7	73,5	1,2
	43 40,7 N	50	13,9	37,59	14,8	75,1	73,5	1,6
	7 21,2 E	2	13,9	37,63	14,9	74,8	73,5	1,3
	43 41,8 N	50	13,9	37,69	14,7	75,1	73,5	1,6
	7 23,0 E	2	13,9	37,76	14,6	75,3	73,6	1,7
	43 42,8 N	50	13,9	37,69	14,4	74,8	73,6	1,2
	7 25,0 E	2	13,9	37,70	15,2	75,6	73,5	2,1
	43 43,2 N	50	13,9	37,79	15,0	75,3	73,5	1,8
	7 26,2 E	2	13,9	37,59	15,3	75,4	73,4	2,0
2 avril 1948...	43 43,5 N 7 27,0 E	50	13,9	37,88	18,4	74,8	73,0	1,8
		25	13,9	37,88	17,2	74,3	73,2	1,1
		2	13,9	37,70	17,5	74,5	73,3	1,2
	43 43,8 N 7 27,7 E	50	13,9	37,84	17,4	75,1	73,3	1,8
		25	14,0	37,82	17,4	75,1	73,3	1,8
		2	13,9	37,69	17,5	75,0	73,3	1,7
	43 43,9 N 7 28,5 E	30	13,9	37,80	18,7	75,0	72,9	2,1
		20	14,0	37,77	18,7	74,9	72,9	2,0
		10	14,0	37,75	18,7	74,9	72,9	2,0
		2	14,0	37,70	18,7	74,8	72,9	1,9
3 avril 1948...	43 39,2 N 7 32,4 E	600	13,2	38,34	16,0	75,4	73,3	2,1
		400	13,2	38,29	15,0	75,5	73,5	2,0
		300	13,3	38,25	14,8	75,1	73,5	1,6
		550	13,3	38,34	14,9	75,4	73,5	1,9
		450	13,2	38,30	14,8	75,7	73,5	2,2
	43 44,1 N 7 25,5 E	0	14,0	37,61	15,0	74,6	73,5	1,1

En admettant que l'eau de mer renferme des corps organiques en très faible quantité, les uns élevant sa tension, les autres l'abaissant, on voit que la proportion des premiers est beaucoup plus importante que celle des seconds.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'existence d'une cloison médiane chez certaines formes enroulées de* Lagenidæ. Note (*) de M. **Pierre Muraour**, présentée par M. Paul Fallot.

Au cours de l'étude du plasmostracum d'*Astacolus cassis* (Fichtel et Moll) provenant des marnes plaisanciennes d'Alger, nous avons été frappé par la présence à l'intérieur du test d'une cloison calcaire qui, partant du plancher des loges (côté ombilical), divise celles-ci longitudinalement en deux parties, sans atteindre toutefois leur sommet. Cette *cloison médiane*, dont l'épaisseur est sensiblement égale à celle de la carène à sa base (80 microns) est plus ou moins gondolée suivant les spécimens; son bord libre, oblique par rapport aux

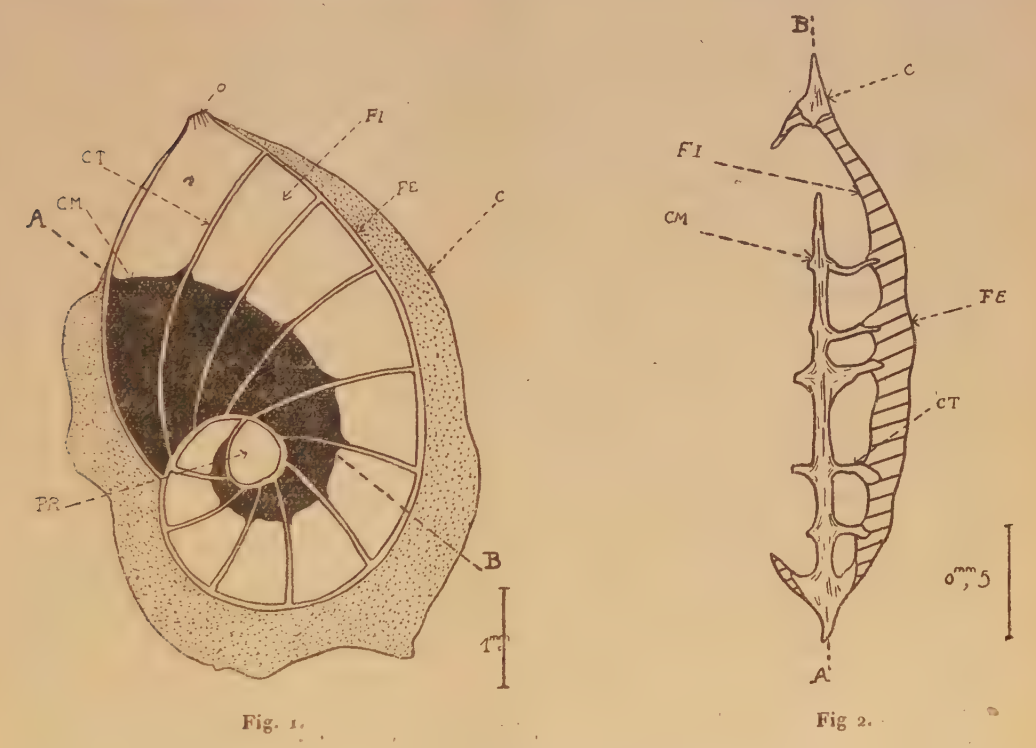


Fig. 1. — Coupe équatoriale d'*Astacolus cassis*.
Fig. 2. — Coupe transversale d'un autre spécimen d'*Astacolus cassis* (faite suivant la ligne AB de la figure 1).
CM, cloison médiane; CT, cloison transversale; FI, face interne de la coque; FE, face externe de la coque; C, carène; O, ouverture; PR, proloculum (= loge initiale).

cloisons transversales, se rebrousse au contact de celles-ci. Si l'on compare cette cloison médiane aux autres éléments du plasmostracum, on voit qu'elle est translucide tout comme la carène et les cloisons transversales, alors que les

(*) Séance du 24 janvier 1949.

parois principales se montrent compactes et nacrées. Au point de vue de sa genése, il est intéressant de signaler que chez certaines espèces bien carénées cette cloison médiane continue en quelque sorte la spire amorcée par la carène. Mieux encore, on peut remarquer, au point de rencontre de la dernière cloison transversale et de la carène, un retroussement de celle-ci tout à fait semblable à ceux que réalise la cloison médiane à la rencontre des cloisons transversales. Des faits analogues s'observent chez les *Lenticulines* carénées (*Lenticulina cultrata* Monfort), les formes non carénées de ce genre étant toujours dépourvues d'une telle cloison.

Pour expliquer la présence de cet élément non encore homologué, nous croyons pouvoir proposer l'hypothèse suivante : comme Chapman, Hawchin et Parr l'ont déjà signalé et contrairement aux idées émises par Cushman, nous pensons que les Lagenidæ ont évolué depuis des formes droites vers des formes enroulées. A l'origine, *Astacolus cassis* et *Lenticulina cultrata* devaient donc être des foraminifères unisériés, rectilignes, pourvus d'une carène. Il est dès lors aisé de concevoir qu'un enroulement plani-spiral ait pu faire pénétrer cette carène à l'intérieur du test, formant ainsi la cloison médiane.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la spécificité des préparations de saccharase.* Note de M. **Henri Belval**, M[lles] **Gilberte Legrand** et **Colette Lewis**, présentée par M. Raoul Combes.

On utilise sous le nom de saccharase, sucrase, invertine ou invertase, des préparations extrêmement diverses : la *poudre d'invertine*, préconisée par Bourquelot, qui n'est autre que de la levure tuée par l'alcool; des *autolysats septiques*, obtenus selon la technique de Colin en abandonnant à la putréfaction la levure délayée dans l'eau; des *autolysats aseptiques* effectués en présence d'un antiseptique, toluène ou chloroforme; des préparations commerciales, telles que l'invertase concentrée (*invertase concentrate*) d'origine anglaise, ou le *trilévol* d'origine belge; ajoutons la *saccharase de Sumner et O'Kane*, la dernière en date, que les auteurs considèrent comme l'enzyme chimiquement pur (¹).

Toutes ces poudres ou liqueurs diastasiques libèrent, ce qui est le propre de la saccharase, le fructofuranose du saccharose ainsi que des osides qui, comme le gentianose et le raffinose certainement, le stachyose et le verbascose probablement, sont constitués par une molécule de saccharose soudée à un ou plusieurs hexoses. Mais leur champ d'action est bien plus vaste, dans le seul domaine des glucides, et d'ailleurs plus ou moins étendu selon le mode de préparation.

Les moins spécifiques sont les autolysats aseptiques : aucune fructosane ne leur résiste, l'inuline elle-même et l'irisine qui passent pour les plus réfractaires

(¹) *Enzymologia*, 12, 1948, p. 251.

sont intégralement saccharifiées; fait plus curieux encore, la laminarine qui n'est constituée que par des molécules du glucose subit elle aussi l'hydrolyse totale. L'invertase concentrée, le trilévol se comportent de façon identique.

Les poudres et les macérés de Bourquelot, les autolysats septiques de Colin, se montrent bien moins actifs sur les fructosanes, l'alcool ou la putréfaction ayant sans doute détruit ou altéré quelques-unes des protéines constitutives des enzymes; en tout cas, la triticine, l'inuline, l'irisine demeurent intactes quelle que soit la durée de l'expérience; d'autres fructosanes, par contre, graminine et phléine, sont intégralement hydrolysées et, à plus forte raison, les glucofructosanes dont la synanthrine est le type. La saccharase de Sumner et O'Kane elle-même n'est pas sans action sur ces glucofructosanes; du moins, nous a-t-il été impossible, en suivant rigoureusement la technique des auteurs, d'obtenir une préparation qui s'en prenne exclusivement au saccharose et aux osides à fructofuranose. Si l'on ajoute que les autolysats aseptiques de levure de brasserie hydrolysent les glucosides et les galactosides α, on conviendra que les solutions de saccharase utilisées dans la recherche et le dosage du saccharose sont délicates à manier et peuvent conduire à de grosses erreurs. C'est précisément ce qui est à craindre dans les analyses de tissus végétaux où existent, à côté du saccharose, des quantités parfois importantes d'osanes lévogyres (Composées, Campanulacées, Borraginées, et surtout Monocotylédones).

Il fallait donc trouver le moyen de préparer de la saccharase *spécifiquement pure*. On y parvient en dialysant pendant plusieurs jours, contre de l'eau courante, des autolysats de levure septiques ou antiseptiques, fraîchement préparés ou âgés de plusieurs années; nous en avons traité qui avaient plus de dix ans d'âge; au sortir du sac de dialyse, la liqueur, quelle qu'ait été sa coloration primitive, est incolore et limpide, le pigment se fixant énergiquement sur le sac avec la gomme, tandis que le dialysat se colore à peine; elle est, en outre, inodore. Compte tenu de la dilution, la liqueur dialysée conserve sur le saccharose la même activité, mais, et c'est là un point de la plus haute importance, *elle n'est désormais active que sur le saccharose et les osides à fructofuranose*. Même les glucofructosanes les plus facilement hydrolysables, comme la synanthrine, demeurent en dehors de son champ d'action, pourvu que l'on opère à pH 6. Cela est capital, car à pH 4 ou 5 on observe sur les glucofructosanes un début d'hydrolyse; ainsi, à pH 5, la rotation d'une solution de synanthrine à 2,7 % passe de $-0^\circ 36$ à $-1^\circ 34$ en 25 jours et se maintient à ce chiffre; à pH 8 l'action de la saccharase, dialysée ou non, est nulle, même sur le saccharose.

Voici, à titre d'exemple, les rotations polarimétriques observées au cours d'une expérience effectuée comparativement sur saccharose (S) et synanthrine (GF), avec un même autolysat de levure, avant et après dialyse; conditions : pH 6; t° 16°.

Temps.	Avant dialyse S : 3,3%	Avant dialyse GF : 4%	Après dialyse S : 3,3%	Après dialyse GF : 3,2%
0............	+4,40	−1,54	+4,40	−1,22
90 minutes...	−0,60	−	+0,92	−
24 heures....	−1,50	−1,60	−1,50	−1,24
7 jours.......	−1,50	−2,16	−1,50	−1,22
40 jours......	−	−5,00	−	−1,20

Il devient dès lors évident que les actions diastasiques attribuées jusqu'à présent à la saccharase doivent être revisées avec soin. Ce n'est sûrement pas elle qui entre en jeu dans l'hydrolyse des fructosanes, encore moins dans celle de la laminarine. Si la saccharase est une fructosidase, voire une fructosidase β, comme on l'admet assez généralement, il reste à savoir ce qui la distingue des enzymes spécifiques des fructosanes. C'est sur ce point précis que nous poursuivons nos recherches.

SYSTÉMATIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la signification systématique de quelques expériences de croisement entre des Graminées appartenant à des genres éloignés dans la classification :* Elymus, Festuca, Lolium, Dactylis. Note de M. **Antoine de Cugnac**, présentée par M. René Souèges.

Des essais méthodiques de croisement portant sur des espèces diverses, parfois placées assez loin les unes des autres dans la classification, peuvent faire apparaître entre celles-ci des affinités que leur position systématique ne laissait pas prévoir.

C'est ainsi que les genres *Festuca* et *Lolium*, classés habituellement dans deux tribus différentes : Festucées et Hordéées, se montrent en réalité très proches, comme j'ai pu l'établir, en raison de la fréquence de leurs croisements, de l'identité de leur réserve glucidique (phléoholoside) ainsi que de la morphologie de leur ovaire [1]. Mais dans d'autres cas, les essais de croisement peuvent n'aboutir qu'à une fructification abortive, indiquant une affinité plus lointaine. C'est ce que j'ai obtenu, dans des séries d'expériences répétées, entre diverses espèces appartenant aux genres *Elymus* (Hordéées), d'une part, *Festuca, Lolium, Dactylis* (Festucées), d'autre part.

Mes premières expériences ont porté sur *Elymus canadensis* var. *glaucifolius* [2], que j'ai pollinisé par *Festuca pratensis* (la castration ayant été effectuée au stade des anthères encores vertes, ce qui excluait toute possibilité d'autofécondation), avec un résultat de 12 fécondations sur 25 fleurs opérées. Le même essai répété deux ans plus tard a fourni 75 fécondations sur 90 fleurs.

---

(1) *Bull. Soc. bot. Fr.*, 88, 1941, p. 402; 91, 1944, p. 16; 92, 1945, p. 216.

(2) Désigné dans mes publications d'alors sous le nom d'*E. riparius* Wieg., auquel doit être préféré celui qui est indiqué ci-dessus.

D'autres épis du même *Elymus* ont été aussi fécondés par le pollen de *Dactylis glomerata* : 65 fécondations sur 70 fleurs [3]. Ces fécondations n'ont été suivies dans ces divers cas que d'un développement incomplet des caryopses, qui atteignent à peu près la longueur normale, puis se dessèchent au cours de la maturation (incompatibilité de l'embryon et de l'albumen ?), et à la récolte se montrent aplatis et incapables de germer.

J'ai repris cette année de nouveaux essais avec d'autres espèces, faisant ressortir les mêmes affinités entre *Elymus* et *Festuca*, ainsi qu'avec *Lolium*, ce qui confirme encore la proximité des deux derniers genres.

	Fécondations.	Fleurs pollinisées.
1. *Elymus canadensis* var. *glaucifolius* × *Festuca arundinacea* ...	45	85
2. » » *glaucifolius* × *Lolium italicum*..........	23	60
3. » *virginicus* [4] × *Festuca arundinacea*............	27	55
4. » » × *Lolium italicum*.....................	19	35

Ces résultats, combinés aux précédents, donnent un total de 201 fécondations sur 350 fleurs pollinisées, pour l'ensemble des croisements d'*Elymus* avec *Festuca* ou *Lolium*. Voici, au surplus, quelques indications de détail se rapportant à la combinaison 1 : l'un des épis, comprenant 30 fleurs, a été castré et pollinisé avant toute floraison de l'espèce utilisée comme mère (qui n'a commencé à fleurir que le surlendemain), fournissant 17 fécondations; les trois autres épis, de 15, 20 et 20 fleurs, opérés 15 jours plus tard, ont donné respectivement 12, 10 et 6 fécondations. Tous ces résultats sont donc concordants et ne sauraient être attribués à des accidents fortuits; il ne s'agit pas non plus de parthénocarpie provoquée par un pollen étranger quelconque, car celui de *Bromus arvensis*, par exemple, ne détermine aucune fécondation.

On ne peut manquer dès lors de conclure, en dépit des différences morphologiques, à l'existence d'une affinité entre les genres *Elymus*, *Festuca* et *Lolium*, qui se traduit par la régularité des fécondations obtenues dans ces divers essais. Il ne semble pas cependant qu'on ait observé jusqu'ici dans la nature aucun hybride entre ces deux groupes, ce qui s'explique sans doute par l'avortement habituel des grains issus de ces fécondations. Toutefois, j'ai obtenu cette année quelques caryopses viables dans les croisements 1, 2 et 4, ce qui permet d'espérer (les précautions d'isolement rigoureux observées dans mes expériences rendant l'autofécondation peu vraisemblable) que leur développement fera connaître les caractères de ces hybrides intergénériques nouveaux.

De toute façon, les résultats de ces expériences paraissent devoir entraîner des rapprochements inattendus entre des genres jusque-là considérés comme fort éloignés et placés dans des tribus distinctes.

---

(3) *Bull. Soc. bot. Fr.*, 86, 1939, p. 26.

(4) Forme typique, issue d'un échantillon dû à Mrs. Agnes Chase, de Washington.

MYCOLOGIE. — *Action de l'hyaluronidase sur la capsule de* Torula histolytica. Note de MM. **Edouard Drouhet** et **Gabriel Segretain**, présentée par M. Joseph Magrou.

Torula histolytica (Stoddard et Cutler) = *Torulopsis neoformans* (Sanfelice), levure encapsulée, provoque chez l'homme une méningo-encéphalite mortelle et est expérimentalement pathogène pour le Cobaye et la Souris ([1]) et ([2]). La réaction cellulaire autour des lésions est souvent nulle et la réponse sérologique absente ([3]). Le matériel capsulaire polysaccharidique est, en effet, sérologiquement inactif ([4]), et l'on constate *in vivo* une augmentation considérable de la capsule.

Nous avons pensé que la capsule de *Torula histolytica* pourrait être formée par un constituant normal de l'organisme animal, l'acide hyaluronique, que Kendall, Heidelberger et Dawson ([5]) ont trouvé dans la capsule des streptocoques hémolytiques. La capsule des streptocoques a pu être attaquée *in vitro* et *in vivo* ([6]) par l'hyaluronidase, enzyme qui dépolymérise et hydrolyse l'acide hyaluronique.

L'hyaluronidase peut en effet provoquer, *in vitro*, en cinq minutes, la diminution et même la disparition de la capsule de *Torula histolytica*, le gonflement de la membrane à double contour de la cellule et une agglutination des éléments. Nous avons utilisé une souche muqueuse de *Torula*, pourvue de grosses capsules en culture sur gélose Sabouraud. Cette souche a été obtenue par mutation spontanée d'une culture *smooth*, peu encapsulée *in vitro*, isolée d'un cas de méningite ([7]). Son pouvoir pathogène est plus accentué que celui de la souche originelle.

L'hyaluronidase manifeste son action optima à la température de 33° et aux pH 4,50-4,62 en tampon acétate (0,10 N + 0,15 N de NaCl). Le phénomène ne se produit qu'en présence d'au moins 150 V. R. U./cm³ ([8]) de l'hyaluronidase utilisée, d'origine testiculaire, purifiée, titrant 18.600 V. R. U./g. Dans ces conditions et après cinq minutes d'action, la capsule passe d'une épaisseur moyenne de $6^{\mu},5$ à $1^{\mu},7$ et la membrane s'épaissit en moyenne quatre fois (épaisseur moyenne : $1^{\mu},7$).

L'action *in vitro* de l'hyaluronidase sur *Torula histolytica* semble montrer la

---

([1]) G. Segretain et E. Drouhet, *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 1783.
([2]) G. Segretain et E. Drouhet, *Ann. Inst. Pasteur*, 73, 1947, p. 1161-6.
([3]) R. W. Benham, *J. Infect. Dis.*, 57, 1935, p. 255.
([4]) A. M. Kligman, *J. Immunol.*, 57, 1947, p. 395.
([5]) *J. Biol. Chem.*, 118, 1937, p. 61-9.
([6]) G. K. Hirst, *J. Exper. Med.*, 73, 1941, p. 493-506.
([7]) *Loc. cit.* ([1]) et ([2]).
([8]) Unités de réduction de la viscosité (*viscosity reducing units*).

nature hyaluronique de la capsule à l'abri de laquelle les cellules de levure se multiplient sans que l'organisme envahi manifeste de réactions cellulaires ou sérologiques. Toutefois, la décapsulation des streptocoques par le même enzyme se produit dans des conditions un peu différentes (1-2, V. R. U. d'enzyme et large marge de pH), ce qui paraît indiquer une nature physico-chimique un peu différente pour la capsule des deux organismes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les glucides du* Paulownia imperialis, *holoside et hétéroside*. Note de M[lle] **Marie-Madeleine Chollet**, présentée par M. Raoul Combes.

En 1945, dans une Note sur « la présence du stachyose dans deux espèces du genre Scrophularia » [1], j'annonçais des travaux en cours sur les glucides de diverses Scrophularinées. A cette époque, en effet, je venais de trouver du stachyose à côté du catalposide dans le *Catalpa bignonioides* [2] par son port si semblable au *Paulownia imperialis*, et je me demandais si les affinités morphologiques entre ces deux plantes de familles voisines correspondaient à des affinités d'ordre chimique. Le stachyose, présent dans le *Catalpa bignonioides*, s'il était absent de *Digitalis purpurea* et de *Scrophularia alata*, existait dans *Scrophularia sambucifolia* et *S. nodosa* [1]. Peut-être existait-il aussi dans le *Paulownia imperialis*. De plus, je désirais comparer les hétérosides de ces deux plantes.

Les fruits du Paulownia, encore verts, avec leurs placentas charnus, semblaient devoir être un bon matériel d'étude. Leur analyse, en fait, prouva qu'il n'en était rien.

Les coques ligneuses, pauvres en glucides ($1^g,52$ % du poids frais), possèdent surtout des sucres réducteurs ($1^g,1$) avec un peu d'un sucre tributaire de la sucrase, vraisemblablement du saccharose, et $0^g,26$ % d'un hétéroside hydrolysable par l'émulsine avec libération d'un aglycon marron clair (l'hétéroside est exprimé en réducteur formé par action de l'émulsine).

Les graines, extrêmement petites, ne renferment qu'un peu de sucres réducteurs accompagnés de traces d'hétéroside, sans doute dans leurs téguments.

Les placentas volumineux sont riches en glucides : $4^g,54$ %, mais il possèdent trop de sucres réducteurs ($3^g,1$ %) à côté de $0^g,7$ % d'un sucre dextrogyre, tributaire de la sucrase et de la galactosidase α, pour que l'extraction de ce polysaccharide fut aisée. En épuisant par l'acétate d'éthyle bouillant les glucides extraits à l'alcool et en distillant sous vide l'éther acétique, le polysaccharide entraîné a précipité sous forme sirupeuse. De $+145$, le pouvoir rotatoire s'abaisse par action successive de la sucrase et de la galactosidase

(1) *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 334.
(2) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 242.

à + 30. Ce polysaccharide se comporte donc comme le ferait du stachyose, mais il n'a pas été obtenu cristallisé. Par distillation plus poussée de l'acétate d'éthyle, un hétéroside a cristallisé en aiguilles, mais en quantité trop faible pour pouvoir être étudié.

Les rameaux, à l'opposé des fruits, se sont révélés excellent matériel d'extraction, leur bois ayant accumulé l'holoside et leur écorce l'hétéroside.

A partir du bois, après défécation à l'extrait de Saturne puis à l'acide phosphotungstique et après précipitation en complexe barytique, le polysaccharide a été obtenu cristallisé. Petites tablettes irrégulières, solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, après séjour sous vide sulfurique, mises à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant, elles ont encore perdu 9 % de leur poids en eau, ce qui pour un tétrasaccharide est une perte légèrement supérieure à $3 H_2O$. Au bloc Maquenne, le point de fusion du produit hydraté est 165°, le pouvoir rotatoire en solution aqueuse est + 145°. Par action de la sucrase, puis de la galactosidase, ce pouvoir rotatoire s'abaisse à + 31°. Par oxydation nitrique on obtient une précipitation d'acide mucique.

Toutes ces propriétés permettent d'identifier le stachyose. Ainsi le *Paulownia imperialis* accumule, dans son bois, le même holoside de réserve que le *Catalpa bignonioïdes*.

En ce qui concerne les hétérosides, un simple examen des rameaux décortiqués fait présumer l'existence de produits différents, les rameaux de Paulownia devenant roses à la décortication et ceux de Catalpa jaune vert.

A partir de 460g d'écorce de jeunes rameaux, épuisés par l'alcool, sitôt après la récolte, l'hétéroside a été obtenu cristallisé, par simple concentration de la solution aqueuse restant après distillation de l'alcool, cette solution ayant été déféquée à la baryte. Parfaitement blanc, cristallisé en aiguilles, cet hétéroside est assez peu soluble dans l'eau froide; d'une solution à 2 % obtenue à chaud, il recristallise par simple refroidissement. Son pouvoir rotatoire est compris entre — 15 et — 18, la détermination de ce pouvoir rotatoire étant peu précise en raison de sa faible solubilité dans l'eau. Par action sulfurique, sa solution se trouble, devient blanchâtre, puis un aglycon rose brun précipite, le milieu se colorant en rose. Après une demi-heure d'ébullition au bain-marie, tout l'hétéroside est décomposé, un sucre réducteur de pouvoir rotatoire voisin de + 52 étant passé en solution. Ces propriétés font penser au syringoside (³); toutefois il ne semble pas que l'on puisse identifier les deux produits. Amer, le syringoside fond à 182°. Il est soluble dans SO_4H_2 concentré avec coloration bleu violet, l'addition d'eau à ces solutions provoquant la formation d'un précipité floconneux bleu gris, soluble en rouge dans l'ammoniaque. Il est soluble aussi dans NO_3H concentré avec coloration rouge sang et dans ClH concentré sans coloration sauf en présence de phénols. Par hydrolyse acide la

(³) V. Plouvier, *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 670.

proportion de glucose apparu est 43,8 % ([4]). L'hétésoside isolé des rameaux de Paulownia, à peine amer, fond à 120°. Il se solubilise dans SO_4H_2 concentré avec coloration verte, puis bleue, puis violet rouge, sans précipitation floconneuse par addition d'eau; dans NO_3H concentré avec coloration rose virant instantanément au jaune; dans ClH concentré technique avec coloration vert bleu, cette coloration n'apparaissant pas en présence de résorcine. La proportion de glucose dans ses produits d'hydrolyse est de l'ordre de 53,8 %. L'hétéroside ainsi isolé à partir de l'écorce fraîche de Paulownia semble bien être un corps nouveau, voisin du syringoside. Nous le nommerons le paulownioside.

En septembre, période où ont été effectuées nos récoltes, le paulownioside est le seul hétéroside présent dans les rameaux du *Paulownia imperialis*.

CYTOLOGIE. — *Quelques nouveaux caryotypes de Crustacés Amphipodes.* Note (*) de M. **Jean Le Calvez**, présentée par M. Louis Fage.

Il a été donné ici précédemment ([1]) quelques renseignements morphologiques et numériques concernant la garniture chromosomique de quatre Crustacés Amphipodes appartenant au sous-ordre des Gammariens. De nouvelles observations permettent de compléter cette première liste par une seconde comprenant six autres représentants de la famille des *Gammaridæ*. Ils proviennent de milieux variés : marins, saumâtres, eau douce de surface, eau douce souterraine. Les observations se rapportent aux divisions mitotiques ou méiotiques de la lignée germinale mâle.

1° *Niphargus Plateaui* var. *elongatus* Chevreux. Eau douce souterraine. Les figures métaphasiques de divisions spermatogoniales montrent une garniture de 50 chromosomes. Tous sont télocentriques; quatre d'entre eux semblent un peu plus petits que les autres. En métaphase I on les retrouve en 25 bivalents groupés sur une plaque équatoriale de 8 μ de diamètre (*fig.* 1).

2° *Niphargus tatrensis* Wrzeniowski var. *lunzensis* Schell. Espèce alpine et d'Europe centrale. Seules les divisions spermatogoniales ont pu être observées. On y compte 50 chromosomes dont 48 de même taille sont en bâtonnets, tandis que deux plus volumineux ont un centromère médian; chaque branche de ces deux V formés atteint la taille des bâtonnets (*fig.* 2).

3° *Melita palmata* (Montagu). — Espèce marine s'adaptant facilement au faciès saumâtre. Les métaphases I donnent des plaques équatoriales de 8 μ de diamètre et comptant 22 bivalents. De faibles différences de taille entre les chromosomes ne permettent pas d'y établir des classes définies (*fig.* 3).

4° *Gammarus Duebeni* Lilljeborg. — Espèce franchement saumâtre. Les plaques

([4]) A. Kramer, *Bull. Soc. chim. biol.*, 15, 1933, p. 764.

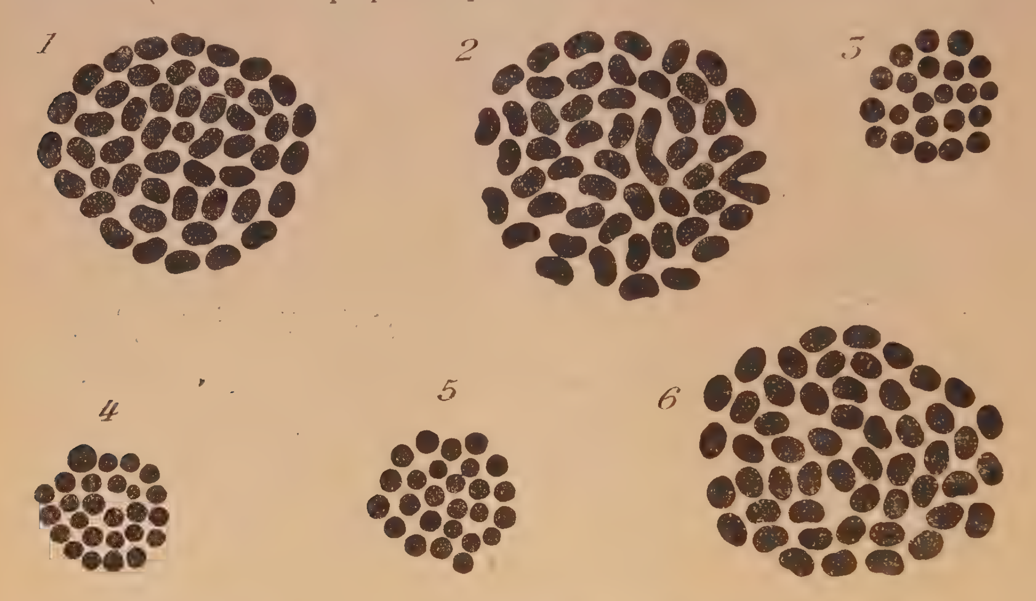
(*) Séance du 24 janvier 1949.

([1]) R. Poisson et J. Le Calvez, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 228-230.

métaphasiques 1 de petite taille (8 μ) permettent de dénombrer 26 bivalents dont un de taille un peu supérieure et un de taille un peu inférieure aux autres (*fig.* 4).

5° *Echinogammurus Berilloni* (Cotta). — Eau douce. 52 chromosomes sub-égaux en bâtonnets dans les divisions spermatogoniales, se retrouvant en 26 bivalents dans les plaques métaphasiques 1 de 9 μ de diamètre (*fig.* 5).

6° *Carinogammarus Rœseli* (Gervais). — Eau douce. Seules les divisions spermatogoniales ont pu être observées. Elles possèdent 52 chromosomes en bâtonnets, tous de même taille (diamètre de la plaque métaphasique spermatogoniale : 15 μ) (*fig.* 6).



Ces numérations jointes aux précédentes indiquent que le nombre sinon basal tout au moins préférentiel de la famille semble être 26. Un écart très significatif est fourni par *Niphargus tatrensis* var. *lunzensis* où l'on constate la présence d'une paire en V remplaçant deux paires de bâtonnets; phénomène cytologique simple réalisable par fusion proximale ou translocation réciproque juxta-centromérienne intéressant deux chromosomes en bâtonnets non homologues. Les autres écarts semblent surtout s'être produits par disparition du set diploïde d'une paire (*N. Plateaui* var. *elongatus*) ou de quatre (*Melita palmata*).

Quoi qu'il en soit, les chiffres déjà obtenus ne permettent guère d'espérer la découverte de polyploïdie tout au moins dans la famille des Gammaridæ où les numérations chromosomiques se serrent autour du chiffre basal.

ENTOMOLOGIE. — *Effets d'implantation de cerveaux chez le Doriphore* (Leptinotarsa decemlineata *Say*) *en diapause.* Note (*) de M. **Pierre Grison**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Les expériences de M. P. Joly (¹) sur les Dytiscidés ont montré que les

(*) Séance du 24 janvier 1949.

(¹) *Comptes rendus*, **216**, 1942, p. 807.

glandes rétrocérébrales, considérées comme glandes endocrines contrôlant la ponte chez ces Insectes, pouvaient modifier le cycle ovarien, et par conséquent la durée de la période de repos. Cependant, l'aspect endocrinologique de la diapause a surtout été envisagé par C. M. Williams ([2]), au cours de remarquables travaux sur *Platysamia cecropia*. Cet auteur attribue au cerveau un rôle essentiel, quoique indirect, dans la rupture de la diapause nymphale qui se manifeste par la précocité de la mue imaginale. Poisson et Sellier ([3]) ont également obtenu la rupture de la diapause chez le Grillon champêtre par implantation de cerveau.

Chez le Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Col. Chrysomelide), l'imago en diapause demeure enfoui dans le sol, les ovaires de la femelle étant généralement immatures ([4]). En 1944 et 1945, nous avions tenté l'implantation des glandes rétrocérébrales d'animaux actifs chez des individus en diapause, ou avant la diapause, pour observer l'effet de cette opération sur l'activité de l'Insecte. Ces expériences étant restées sans résultats positifs, nous avons alors envisagé le rôle possible du cerveau comme facteur de stimulation.

Nous étudierons seulement les résultats de l'opération d'implantation de cerveau d'imago actif dans l'abdomen d'insecte en diapause, opération que nous avons répétée très souvent. Deux catégories de sujets doivent être considérées suivant que l'implantation a lieu peu après l'entrée en diapause ou environ deux mois après celle-ci.

Dans le premier cas, environ le tiers seulement des sujets opérés survivant normalement reprennent leur activité, y compris la ponte lorsqu'il s'agit de femelles. Les autres individus se réenfouissent après un délai plus ou moins long, ce qui les différencie d'ailleurs des témoins ayant subi une simple incision abdominale, lesquels se réenfouissent immédiatement après leur blessure. Étant donnée l'époque de la plupart de ces dernières opérations, il est probable que les cerveaux-greffons étaient trop âgés et que leur fonction endocrine était alors considérablement réduite.

Dans le deuxième cas, au contraire, de nombreux sujets ayant subi l'opération avec succès, environ deux mois après la diapause, reprennent leur activité sans se réenfouir. Cependant quelques individus s'enfouissent à nouveau dans le sol, mais pour quelques jours seulement ce qui contraste avec les témoins qui poursuivent leur diapause pendant plusieurs mois.

Ces faits témoignent d'une action stimulante du cerveau d'imagos actifs sur le Doryphore adulte en diapause; mais aussi d'une potentialité de réactivation de l'organisme plus grande au fur et à mesure que l'Insecte se rapproche de la période normale de rupture de la diapause.

([2]) *Biological Bulletin*, 90, 1946, p. 234.

([3]) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 1074.

([4]) P. Grison, *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 342.

Enfin, si le cerveau présente une fonction endocrine susceptible de provoquer, directement ou indirectement, la *rupture de la diapause*, il ne semble pas avoir d'effet, dans nos conditions d'expérience, sur l'arrêt proprement dit de l'activité et du développement.

ENTOMOLOGIE. — *Biologie des femelles de la Fourmi fileuse* (Œcophylla longinoda *Latr.*) *élevées isolément.* Note de M. **André Ledoux**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Les femelles ailées de la Fourmi fileuse (*Œcophylla longinoda* Latr.) manifestent un phototropisme positif très net. En basse Côte-d'Ivoire, il n'est aucun mois de l'année où l'on ne puisse en capturer à la lampe. Des observations portant sur douze mois ont donné les résultats suivants : de 19 heures à 21 heures, récolte totale mensuelle effectuée autour d'une seule lampe : décembre 1946 : 22 ; janvier 1947 : 13 ; février : 11 ; mars : 14 ; avril : 58 (le 21 avril : 12 et le 22 : 31) ; mai : 8 ; juin : 7 ; juillet : 60 (le 14 juillet : 51) ; août : 7 ; septembre : 6 ; octobre : 8 ; novembre : 7. Sauf aux dates précisées ci-dessus, la récolte des femelles se fait à raison de 0, 1, 2 individus par soirée.

On voit rarement des mâles accompagnant les femelles. Une seule fois, j'ai observé le coït.

Mises en élevage, ces femelles se « désailent » et pondent. Le plus souvent l'autotomie alaire précède la ponte de quelques heures. Il y a cependant des exceptions. La ponte a lieu, en général, le lendemain de la capture, c'est-à-dire de l'essor de la femelle. Lors de la ponte, la Fourmi se replie complètement sur elle-même, le thorax vertical, et amène l'extrémité de l'abdomen au niveau de ses mandibules. Seules, les deux paires de pattes postérieures reposent sur le sol. Dans cette position, la Fourmi mordille la partie postérieure de son abdomen avec ses mandibules. Dès que l'œuf apparaît à la vulve, il est caressé par les antennes puis saisi entre les mandibules, tandis que les palpes maxillaires le lèchent doucement. La femelle exerce alors une traction très lente pour extraire l'œuf du conduit génital. Puis, après l'avoir léché longuement, elle le dépose à côté des œufs déjà pondus. L'œuf a une longueur variant de $1^{mm},08$ à $1^{mm},25$, avec un maximum de fréquence pour $1^{mm},15$. La largeur est de l'ordre de $0^{mm},55$. Il est blanc laiteux et brillant. Peu à peu apparaissent deux régions, l'une centrale jaunâtre, l'autre périphérique transparente.

La femelle expulse de 20 à 25 œufs en 8 jours; au bout de ce temps, elle continue à pondre mais dévore une partie de ses œufs, de telle sorte que le nombre en demeure à peu près constant. Elle prend grand soin de sa couvée et ne cesse de lécher, de retourner ses œufs en les changeant de place.

Une huitaine de jours après la ponte, on commence à apercevoir la métamérisation de l'embryon. Vers le neuvième jour a lieu l'éclosion; la larve est immédiatement nourrie par la femelle. Ce phénomène coïncide avec l'oophagie

signalée plus haut, la femelle ne prenant aucune nourriture venue de l'extérieur. Toute son activité est absorbée par les soins qu'elle donne à sa couvée. La larve, dont la taille à l'éclosion est d'environ $1^{mm},3$, croît alors pendant 12 jours jusqu'à mesurer 3^{mm}. A ce moment, la femelle cesse de la nourrir : la larve est devenue une prénymphe de couleur blanche et non enveloppée d'un cocon.

La vie nymphale dure 12 à 13 jours. Dès le 11e, la nymphe brunit. A l'éclosion, elle devient une ouvrière du type *minor*.

Le nombre des larves arrivant à l'état imaginal est de 5 ou 6 au maximum, soit le quart des œufs pondus dans les huit premiers jours.

Les jeunes ouvrières sont très peu actives et restent autour de leur mère. Cet état dure de 10 à 15 jours. Dans les élevages, il arrive que les jeunes ouvrières meurent avant d'avoir atteint leur période d'activité. L'élevage traverse alors une phase critique. Les ouvrières survivantes, sans s'éloigner encore beaucoup de leur mère, commencent à porter les petits morceaux de sucre mis à leur disposition. Quelques jours plus tard, elles s'occupent des nouvelles larves.

Ainsi, il est hors de doute que, de l'œuf pondu par la femelle fondatrice, est issue une ouvrière *minor*. L'examen du tractus génital de la femelle montre que le réceptacle séminal contient des spermatozoïdes.

Signalons que les œufs de certaines femelles ont donné naissance à des nymphes de mâles qui n'ont pu arriver à l'état imaginal. A la dissection, ces femelles n'ont montré aucune trace de spermatozoïdes.

Nous concluons que la femelle fécondée donne naissance à des ouvrières du type *minor*, la femelle non fécondée produit des mâles. Mais dans tous les cas, l'élevage des larves par la femelle fondatrice est aléatoire et s'accompagne d'un fort déchet. Le fait que, dans la nature, on ne rencontre jamais de fondatrices isolées, laisse supposer que dans la formation de nouvelles fourmilières celles-ci ne jouent qu'un rôle auxiliaire.

GÉNÉTIQUE. — *Sur une asymétrie latérale statistique, attribut du phénotype sexuel humain.* Note de MM. **Raymond Turpin** et **Marcel-Paul Schützenberger**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Morphologiquement, les dermatoglyphes digitaux se classent en : *arches*, *boucles* (à ouverture *radiale* ou *cubitale*), et *tourbillons*. Chez les sujets normaux, la distribution statistique de ces types varie selon le doigt, la main droite ou gauche, le sexe et la population envisagée. Apparemment plus soucieux des différences qui opposent entre eux les groupes ethniques, la plupart des auteurs ont négligé les caractères communs à l'espèce humaine et qui dépendent moins, sans doute, de la fréquence relative des gènes en cause qui diffère suivant l'aire géographique. Cependant, malgré l'extrême variabilité des proportions des différents types de figures, le rapport de leurs fré-

quences (ou, plus grossièrement, l'ordre de celles-ci), dans les quatre catégories :

Main gauche chez l'homme (MG),
» la femme (FG);
main droite chez l'homme (MD),
» la femme (FD);

est, de façon remarquable, relativement stable et caractéristique de chaque doigt.

Utilisant tous les documents que nous avons pu réunir et qui constituent un échantillonage assez varié de la population du globe, nous avons établi le fait suivant sur les six groupes qui comprennent au moins 400 individus de chaque sexe [1] :

Au médius et à l'index, de façon constante, les boucles radiales prédominent à droite chez l'homme et à gauche chez la femme. Cette opposition est d'autant plus remarquable qu'elle ne s'accompagne que de différences peu sensibles sur les fréquences cumulées. Notamment, au médius, l'ordre de fréquence des boucles radiales est en général : $FD < MG < MD < FG$, alors qu'à l'index cet ordre moyen est $FD < FG < MG < MD$. Un phénomène semblable s'observe, pour les tourbillons, au médius, avec le même ordre $FD < FG < MG < MD$.

En ce qui concerne les autres doigts et les autres types de figures, les interactions *côté* x *sexe* sont souvent significatives [2], mais n'ont presque jamais ce caractère de véritable *renversement de symétrie* (surtout en ce qui concerne les *arches*, d'une part, les *quatrième et cinquième* doigts d'autre part). En l'absence d'une théorie suffisamment développée, il est difficile d'en apprécier la signification biologique, car leur mesure dépend trop de l'outil mathématique employé.

Bien que nous ne puissions encore interpréter ce phénomène d'asymétrie latérale dont la réalité est indiscutable, il mérite à notre avis d'attirer l'attention des chercheurs, car il constitue un type nouveau d'attribut sexuel.

---

(1) 101511 danois (J. N. Bugge); 66000 hispano-indiens (K. O. Henckel); 22000 grand russes (P. S. Semenovski); 2000 javanais (J. Dankmeijer); 800 belges (H. T. Piebenga); et enfin, 1000 français dont nous avons rassemblé les empreintes grâce à M. le Professeur Sannié, Directeur de l'Identité Judiciaire.

(2) L'existence d'interactions côté × sexe pour les arches et pour les tourbillons a été souvent mentionnée mais sans précision, les auteurs s'étant bornés le plus souvent à comparer les fréquences totales. Il semble que seul Semenovski (*Rucckij antropologičeskij žurnal*, 16, 1927, p. 7-21) ait aperçu l'asymétrie qui fait l'objet de la présente Note, mais sans disposer, à cette époque, de documents assez nombreux et assez variés pour en pouvoir prouver la généralité.

BIOCHIMIE. — *Différence de l'activité amylasique de la salive des souris mâles et des souris femelles ; son conditionnement hormonal.* Note de Mme **Jeanne Raynaud** et M. **Pierre Rebeyrotte**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

L'étude histologique des glandes sous-maxillaires des souris mâles et femelles (1), (2) a révélé l'existence d'un dimorphisme sexuel caractérisé par un segment tubuleux beaucoup plus développé chez les mâles que chez les femelles et sécrétant abondamment chez les premiers. Parallèlement à cette différence de structure anatomique, il a été signalé que la teneur en protéase de la glande sous-maxillaire diffère dans les deux sexes, mais qu'au contraire, la teneur en amylase resterait constante (3).

Nous rapportons ici les résultats de recherches que nous avons faites sur l'activité amylasique de la salive de souris. Une expérience préliminaire nous a montré, en effet, qu'à volume égal, la salive des mâles libérait, à partir de l'amidon, une quantité beaucoup plus considérable de glucose (228^{mg}) que celle des souris femelles (177^{mg}). Cette observation nous a incités à étudier, d'une façon précise, les quantités de glucose libérées à partir d'empois d'amidon par un même poids de salive de mâle et de salive de femelle (4).

Conditions expérimentales. — Étant donné la très faible quantité de salive qu'il est possible de prélever par animal, nous avons prélevé, pour chaque expérience, d'une part la salive de 10 souris mâles, d'autre part la salive de 10 souris femelles. Pour effectuer les dosages nous faisons agir un poids connu (environ 50 à 100^{mg}) de salive sur une solution d'empois d'amidon à 20 $^0/_{00}$. Après action de cinq minutes, à la température du laboratoire, nous pratiquons une défécation cadmique et ensuite le dosage du glucose libéré par la méthode de réduction du ferricyanure de potassium [méthode d'Hagedorn-Jensen (5)]. Il est à préciser que l'évolution de la solution d'amidon ne permet pas la comparaison d'une série d'expériences à l'autre. Nos résultats sont rapportés dans les colonnes *a* et *b* du tableau I.

---

(1) A. Lacassagne, *C. R. Soc. Biol.*, **133**, 1940, p. 180, 227 et 359.

(2) J. Chaulin-Servinière, *C. R. Soc. Biol.*, **136**, 1942, p. 62 ; J. Raynaud, *C. R. Soc. Biol.*, **137**, 1944, p. 304.

(3) L. C. U. Junquera, M. Rabinovitch et A. M. Fajer, *Rev. Brasil Biol.*, **7**, 1947, p. 435 ; *Anat. Rec.*, **100**, 1948, p. 682.

(4) Les dosages ont été effectués dans le laboratoire de M. le Professeur Machebœuf.

(5) *Bioch. Zeits.*, **135**, 1923, p. 46.

TABLEAU I.

	Quantité de glucose (mg) libéré pour 100^{mg} de salive		
	de souris ♂. (*a*).	de souris ♀. (*b*).	de souris ♀ traitées à la testostérone. (*c*).
Première expérience	200	118	157
Deuxième »	167	82	132
Troisième »	181	77	145

La lecture de ce tableau montre d'une façon nette que la salive des souris femelles a une activité amylasique beaucoup plus faible que celle des mâles (— 50 % en moyenne).

D'autre part, comme le segment tubuleux de la sous-maxillaire est sous la dépendance des hormones testiculaires, nous avons pensé que la plus grande activité amylasique dans la salive des souris mâles, pouvait provenir d'une influence stimulatrice de l'hormone testiculaire. Nous avons donc soumis neuf souris femelles à un traitement par le propionate de testostérone, à une dose variant de 0,5 à 1^{mg} par jour, pendant un mois (la dose totale injectée varie de 15 à 25^{mg}). Nous avons prélevé pour chaque série d'expériences la salive de ces neuf femelles et le résultat des dosages est rapporté dans la colonne *c* du tableau I. On voit que les injections de propionate de testostérone aux souris femelles augmentent d'environ 30 %, pour ces doses, l'activité amylasique de leur salive.

Il était naturel de penser que le dimorphisme sexuel existant au niveau des glandes sous-maxillaires des souris était à l'origine de la différence de l'activité amylasique de leur salive. Ceci nous a conduits à étudier l'activité amylasique de la glande sous-maxillaire elle-même. Pour cette étude, nous avons pris un poids égal de glandes sous-maxillaires : 1° de mâle, 2° de femelle, 3° de femelle ayant reçu 27^{mg} de propionate de testostérone et nous les avons broyées respectivement dans un demi-centimètre cube d'eau physiologique. Étant donné que les sous-maxillaires d'une souris mâle pèsent plus que celles d'une souris femelle, pour avoir un poids égal de substance glandulaire, nous avons dû prendre trois sous-maxillaires de femelles dans la première expérience, quatre dans la deuxième; alors que nous n'avons pris que deux sous-maxillaires de mâles et deux sous-maxillaires de femelles traitées à la testostérone dans chaque expérience. Le tableau II indique les résultats obtenus.

TABLEAU II.

	Quantité de glucose libéré pour 100^{mg} d'un broyat contenant un poids égal de sous-maxillaires		
	de souris ♂.	de souris ♀.	de souris ♀ traitées à la testostérone.
Première expérience	239	139	210
Deuxième »	263	220	268

De ce tableau, il ressort que l'activité amylasique des glandes sous-maxillaires d'une femelle est beaucoup plus faible que celle des sous-maxillaires d'un mâle, et que le traitement prolongé par la testostérone provoque chez la femelle une activité amylasique tout à fait comparable à celle des mâles.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Rôle du calcium dans le sang et mode d'action de certains anticoagulants.* Note de MM. **Yves Raoul** et **Nessim Ragheb-Hanna**, présentée par M. Maurice Javillier.

Dans un travail récent, Quick et Stefanini [1] ont mis en doute l'intervention du calcium sous forme ionisée dans la coagulation du sang. En effet, l'addition d'oxalate dans une proportion précipitant 80 % du calcium ionisé ne modifie presque pas le temps de coagulation (*temps de prothrombine* de Quick) et celle d'une quantité d'oxalate dépassant de 60 % la concentration nécessaire pour précipiter la totalité du calcium ralentit sensiblement mais n'empêche pas la coagulation. D'autre part, d'après les mêmes auteurs, le citrate formerait un complexe avec la prothrombine, et c'est par cette voie que serait empêchée la coagulation du sang. Ce fait expliquerait que la prothrombine du sang citraté n'est plus adsorbable par le phosphate tricalcique. Ici encore, la diminution du calcium ionisé ne serait pas en cause.

Nous apportons les résultats d'expériences qui semblent confirmer ces vues.

1° *Action du citrate sur le sang de Rat normal ou carencé en prothrombine.* — Le plasma de Rat renferme sensiblement la même quantité de calcium que le plasma humain (environ 100 mg/l). Cependant, on constate que, pour inhiber la coagulation, il faut environ *trois à quatre fois plus de citrate*, c'est-à-dire :

Solution de citrate de sodium à 4 %	1^{cm^3}
Solution de chlorure de sodium à 8 %	1
Sang de Rat	2

que dans le cas du sang humain, où celle-ci est prévenue par addition de 1^{cm^3} de solution de citrate de sodium à 4 % pour 9^{cm^3} de sang.

Si l'on soumet les animaux à un régime entravant la synthèse intestinale de

(1) *Journ. Gen. Physiology*, 32, 1948, p. 191.

la vitamine K et son absorption, régime obtenu en ajoutant à un aliment naturel 0,5 % de sulfadiazine et 7 % d'huile de paraffine ([2]), on observe que la quantité de citrate nécessaire pour empêcher la coagulation peut être ramenée au même taux que pour le sang humain. Cependant, il est facile de constater que la teneur en calcium du plasma demeure inchangée :

Mélange de plasmas de 5 rats normaux	104 mg/l
Mélange de plasmas de 5 rats carencés pendant 15 jours	103 mg/l

La comparaison des conditions d'inhibition de la coagulation des plasmas de Rat normal ou carencé en prothrombine et de plasma humain montre donc que la quantité de citrate ajoutée dans ce but doit être proportionnelle, non à la quantité de calcium, mais à celle de prothrombine, tout au moins en gros, car l'activité variable des facteurs thrombo-cinétiques ou des inhibiteurs peut intervenir d'une espèce animale à une autre.

2° *Action d'un excès de calcium sur la coagulation.* — Si à du plasma de Rat normal citraté comme il a été indiqué plus haut et dilué au dixième, on ajoute des proportions croissantes de chlorure de calcium 0,2 M, on observe une coagulation normale pour 0,05 à 0^{cm^3},15 de solution calcique par centimètre cube de plasma dilué, puis un retard de coagulation d'autant plus marqué que la solution calcique est ajoutée en plus grand excès ([3]). L'opacité du caillot est aussi de moins en moins importante. Cette profonde modification de la coagulation en présence d'un excès de calcium ionisé, déjà signalée par Guillot ([4]), reste pour le moment d'une interprétation difficile.

En somme, il semble bien qu'il ne faille pas attribuer une trop grande valeur à cette partie de la théorie classique de la coagulation du sang qui fait intervenir le calcium ionisé.

PHARMACODYNAMIE. — *De l'action physiologique de l'Iboga (Tabernanthe Iboga H. Bn.) et de l'ibogaïne; effet sur la chronaxie musculaire.* Note de MM. **René Paris** et **Claude Vairel**, présentée par M. René Souèges.

L'Iboga (*Tabernanthe Iboga* H. Bn.) est une Apocynacée du Gabon dont les indigènes utilisent la racine comme tonique, aphrodisiaque, hypnofuge. Cette drogue *défatigante* a déjà fait l'objet de nombreuses recherches d'ordre

---

([2]) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1948 (sous presse).

([3]) La coagulation est suivie de façon photométrique suivant P. Meunier et A. Dreyfuss (*Bull. Soc. Chim. Biol.*, 22, 1940, p. 529).

([4]) *Le sang*, 27, 1946, p. 235.

chimique et pharmacodynamique, et récemment dans notre laboratoire J. Delourme-Houdé (1) a précisé les caractères botaniques, chimiques et physiologiques de cette plante. Cependant le mécanisme de l'action tonique est encore inconnu. Deux hypothèses ont été formulées : d'après Raymond-Hamet (2) qui a montré que l'ibogaïne renforçait l'activité de l'adrénaline, l'effet de l'Iboga serait dû à son pouvoir sympathicosthénique : sous l'influence de cette drogue, le système nerveux sympathique devient plus sensible aux excitants et l'homme est moins sensible à la fatigue, tandis que, d'après D. Vincent et Mlle I. Séro (3), c'est l'action inhibitrice sur la cholinestérase qui permet d'expliquer l'action tonique de l'Iboga : l'acétylcholine mise en liberté est moins rapidement détruite, d'où amélioration du fonctionnement du système neuro-musculaire.

Devant ces hypothèses, il nous a paru intéressant de rechercher si l'Iboga et l'ibogaïne provoquaient des modifications de l'excitabilité musculaire. Nous nous sommes adressés à la préparation sciatique-gastrocnémien de Grenouille, et les mesures de chronaxie ont été effectuées soit par la méthode des condensateurs de Lapicque, soit à l'aide du capachronaximètre de Chauchard et Lecoq. L'ensemble nerf-muscle a été placé dans une cellule à paraffine (Cardot et Régnier).

Dans une première série d'expériences (mesure de la chronaxie du sciatique), le nerf repose sur les électrodes, on suit de 10 minutes en 10 minutes (après vidange) l'excitabilité de la préparation, à pH 6,8, d'abord en liquide de Ringer, puis en solution physiologique additionnée d'Iboga (teinture ou infusé) ou d'ibogaïne (chlorhydrate); dans une deuxième série d'expériences (chronaxie musculaire), deux électrodes en argent chloruré sont piquées dans le muscle. Nous avons ainsi constaté que ni l'infusé de racine d'Iboga à 1 %, ni la teinture à 1 pour 20 (dont on avait évaporé l'alcool), ni l'ibogaïne à 1 pour 500 ne modifiaient la chronaxie du nerf. Par contre, ces mêmes préparations abaissent la chronaxie du muscle ainsi qu'en témoignent les expériences suivantes :

a. rhéobase : 0,6 V; chronaxie 0,04 μF ;
après ibogaïne à 1 pour 500 (pendant 10 minutes) : rhéobase 0,75 V : chronaxie 0,02 μF ;

b. rhéobase 0,6 V; chronaxie 0,03 μF;
après teinture au 1/100 : rhéobase 0,80 V; chronaxie : 0,016 μF ;
(avec l'infusé à 1 % l'abaissement est moins marqué).

Plusieurs essais effectués dans des conditions analogues ont donné des résul-

---

(1) *Thèse Doct. Univ.* (*Pharm.*), Paris, 1944.
(2) *Bull. Acad. Méd.*, **124**, 1941, p. 243.
(3) *Trav. Membres Soc. Chim. Biol*, **24**, 1942, p. 1352.

tats du même ordre. Étant données les relations existant entre la chronaxie et l'hydrophilie du muscle (L. et M. Lapicque) nous avons également étudié les modifications de l'imbibition suivant la technique classique de Lapicque : les deux muscles sont pesés avant l'expérience et après 45 minutes d'immersion; en milieu isotonique, nous n'avons pas constaté de variations, mais en milieu hypotonique, l'ibogaïne augmente l'imbibition.

L'Iboga et l'ibogaïne, tout au moins dans certaines conditions (faible dose, courte durée de contact), se rapprochent donc des poisons (éserine, pilocarpine, etc.) qui diminuent la chronaxie musculaire et agissent sur le gliode en y laissant plus facilement pénétrer l'eau. Ils ont une action directe sur le muscle qui n'a besoin que d'une faible excitation pour se contracter; ainsi peut s'expliquer l'action tonique de l'Iboga et de son alcaloïde principal.

L'ibogaïne provoquant de la paralysie chez la Grenouille, nous avons déterminé la dose qui abolit le réflexe de retournement; cette dose est assez élevée et se situe aux environs de 35^{mg} par kilogramme. Chez le Lapin, on obtient une résolution musculaire avec paralysie du train postérieur et chute de la tête avec des doses de 4 à 5^{mg} par kilogramme (voie intraveineuse). Enfin, signalons que la dose mortelle 50 % chez la Souris, par voie sous-cutanée, est d'environ 275^{mg} par kilogramme; la Souris est moins sensible à cet alcaloïde que le Cobaye (L. D. 50 % : 82^{mg}).

BACTÉRIOLOGIE. — *Formation de gypse, par voie biologique, dans certaines altérations des pierres des monuments.* Note (*) de MM. **Jacques Pochon**, **Adolphe Rose**, **Yao-Tseng Tchan** et **Jacques Augier**, présentée par M. Joseph Magrou.

Cherchant à élucider le rôle éventuel des microorganismes dans certaines altérations, dites *maladies des pierres*, observées sur les façades des monuments, deux d'entre nous ont antérieurement montré : 1° qu'il était possible d'isoler, à partir des débris de pierres atteintes, des bactéries oxydant les sulfures et les hyposulfites en sulfates [1]; 2° que, dans des conditions expérimentales aussi proches que possible des conditions naturelles, il était nécessaire, pour obtenir en présence des pierres saines une attaque de celles-ci et une acidification du milieu, d'ensemencer la pierre avec des germes isolés de pierres malades et d'introduire de petites quantités de H_2S [2].

Nous en avions conclu que les germes supposés responsables de l'altération

(*) Séance du 17 janvier 1949.

(1) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 695.

(2) *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 2-188.

des pierres n'existaient effectivement que sur les pierres atteintes et non sur les pierres saines, qu'ils étaient indispensables, au laboratoire, pour faire apparaître l'acidification du milieu de culture et que, vraisemblablement, ils oxydaient les sulfures en sulfates.

Nous apportons ici la démonstration de ce point capital.

Avec le dispositif expérimental déjà signalé, nous avons recherché la présence de sulfate de calcium dans les fioles ensemencées avec les bactéries de la pierre atteinte et en présence de H_2S, c'est-à-dire dans le seul cas où nous ayons noté une acidification du milieu (pH6,2). La même recherche a été faite dans les lots témoins où il n'y avait pas eu d'acidification (absence d'ensemencement ou absence de H_2S).

Les sulfates ont été recherchés dans le milieu de culture par le chlorure de baryum (gravimétrie). Par rapport au témoin, nous avons trouvé des quantités dix fois supérieures [3].

Pour mettre en évidence de façon absolument certaine la présence de sulfate de calcium, de gypse cristallisé, nous nous sommes adressés à l'analyse aux rayons X des milieux de culture après dessiccation lente. Les conditions expérimentales étaient les suivantes : rayonnement $K\alpha$ du cuivre réfléchi par un monochromateur à lame courte, chambre de 240^{mm} de circonférence, focalisation à l'entrée de la chambre, bâtonnet au centre de la chambre; diamètre, 1^{mm}.

Le seul résultat positif a été obtenu dans les milieux de culture ensemencés et en présence de H_2S; les raies du gypse y sont extrêmement nettes (un témoin a été fait avec du gypse préparé chimiquement). Tous les autres ont été négatifs, c'est-à-dire que les poudres obtenues par dessiccation contiennent moins de 5 % de gypse. Les résultats ont été également négatifs avec la pierre finement pulvérisée. C'est donc que le gypse formé par l'attaque bactérienne est pratiquement passé en solution.

Nous pensons donc avoir apporté la démonstration définitive de la possibilité de formation de gypse par voie biologique (oxydation des sulfures et hyposulfites) par les bactéries trouvées au niveau des pierres atteintes et donc la participation de ce phénomène biologique à l'altération des pierres des monuments. La question reste posée de l'origine des sulfures; une petite partie provient de la pierre elle-même, tout au moins dans certains cas (Bourcart); la majeure partie peut provenir des eaux de pluie ou d'eaux du sol montant par capillarité après réduction des sulfates de celles-ci par une microflore réductrice.

---

(3) Dans les autres lots non stérilisés, non ensemencés, en présence de H_2S, de petites quantités de sulfates ont été trouvées vraisemblablement en rapport avec la présence de germes moins actifs que ceux de l'ensemencement, mais qui, cependant, peuvent travailler en synergie avec ceux-ci.

BACTÉRIOLOGIE. — *Divorce entre croissance et respiration chez un* Bacillus subtilis *exigeant et carencé en streptomycine.* Note (*) de M. **Pierre Schaeffer**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Dans une Note précédente ([1]) nous avons montré que des *B. subtilis* exigeants en streptomycine (Sm), en état de croissance exponentielle, peuvent, lorsqu'on les prive brusquement de l'antibiotique facteur de croissance, effectuer quelques divisions à vitesse constamment décroissante. Il était intéressant de suivre le métabolisme des bactériés durant cette période.

Le matériel était préparé comme dans les essais précédents, à ceci près que les cultures destinées aux expériences s'étaient développées en présence de Sm à raison de 30 $\mu g/cm^3$. Les suspensions bactériennes convenablement diluées dans un milieu nutritif étaient introduites dans les fioles de manomètres de Warburg à raison de 3^{cm^3} par fiole. La respiration était mesurée à intervalles réguliers et après chaque mesure une fiole prélevée pour la mesure de la densité optique (d. o.). L'une des suspensions était additionnée de Sm ajoutée au temps zéro à partir du diverticule.

Le graphique représente les résultats d'une expérience type. On voit que la respiration des suspensions additionnées de Sm(100 $\mu g/cm^3$) est passée de 13^{mm^3} pendant la première demi-heure, à 140^{mm^3} pendant la huitième. Dans le même temps, la d. o. (non représentée) passait de 80 à 1030; en présence de Sm, respiration et d. o. vont à peu près de pair. Par contre avec les suspensions carencées en Sm, la respiration est restée constamment à son niveau initial (11^{mm^3}/demi-heure). Cependant la d. o. dans les fioles de l'appareil de Warburg passait progressivement de 80 à 200. L'intensité respiratoire, I. R., exprimée par le rapport

$$\frac{\text{consommation d'}O_2\text{ en mm}^3\text{ en 30 min.}}{\text{moyenne des d. o. initiale et finale}} \times 10^3$$

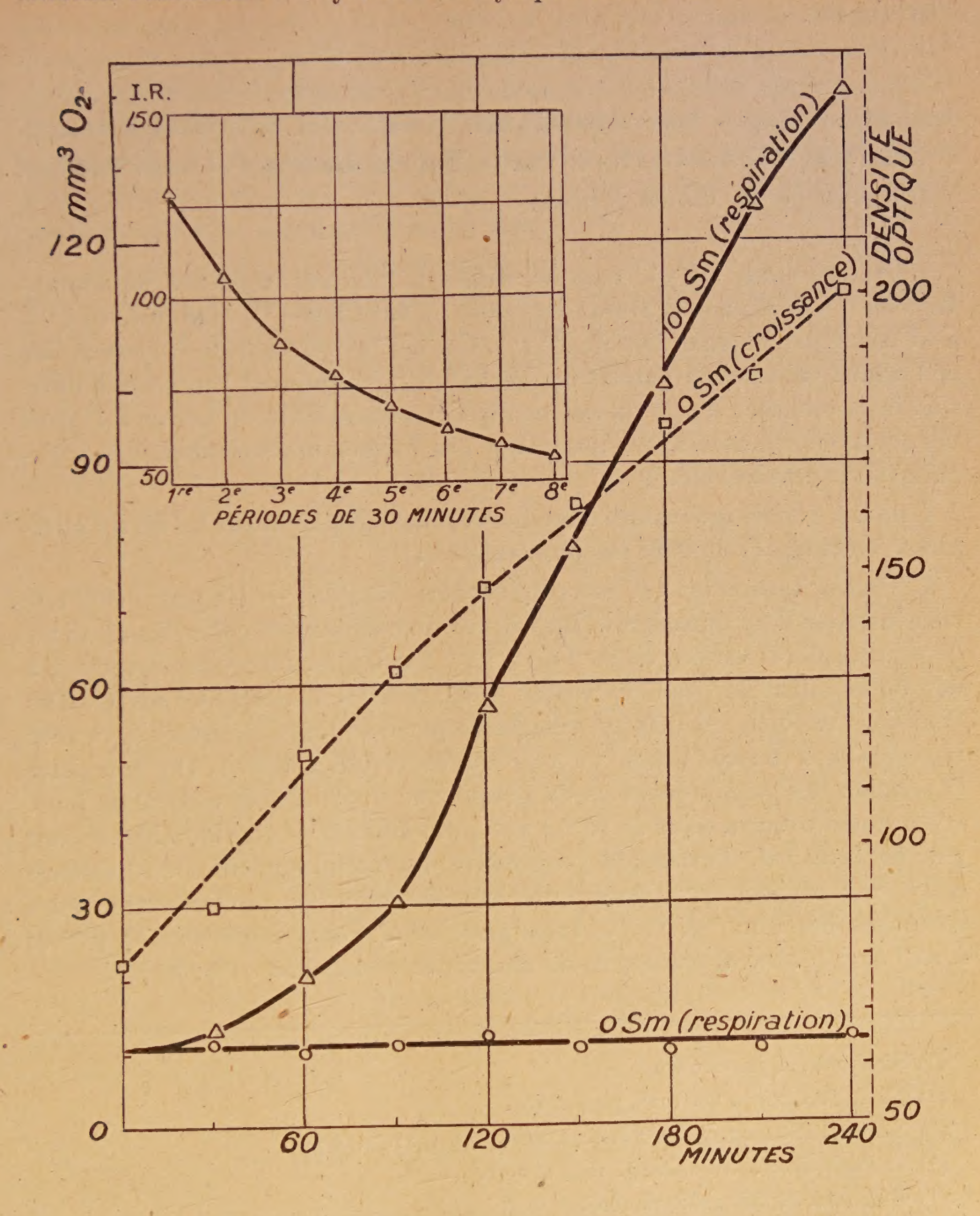
a constamment diminué (*voir* figure).

On voit donc qu'en présence de Sm les bactéries exigeantes peuvent se développer dans l'appareil de Warburg, au moins pendant quelques heures; à en juger par l'augmentation de la respiration, les bactéries synthétisent les éléments de leur système catalytique respiratoire. Au contraire, la respiration des bactéries privées de Sm reste constante; certaines synthèses sont cependant

(*) Séance du 10 janvier 1949.

([1]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 277.

possibles, puisqu'il y a augmentation de la d. o. Mais l'un au moins des éléments constitutifs des systèmes catalytiques contrôlant l'intensité du méta-



bolisme n'est pas synthétisé. Ajoutons que notre souche se développe bien, quoique plus lentement, en anaérobiose, et que la Sm est indispensable aussi bien pour le développement anaérobie que pour le développement aérobie. Il

semble donc que la Sm nécessaire aux bacilles exigeants doive intervenir dans la synthèse d'enzymes ou de coenzymes activant ou transportant l'hydrogène.

MICROBIOLOGIE. — *Effets dispersifs de l'hyaluronidase sur certains ultravirus.* Note (*) de MM. **Constantin Levaditi**, **Maurice Gueutier** et **Aron Vaisman**, transmise par M. Gaston Ramon.

L'hyaluronidase (Hy), enzyme dispersif [*facteur diffusant* de Duran-Reynals (1), Hoffmann et Duran-Reynals (2), Mc Clean (3), Madinaveitia (4)], a été isolée par Chain et Duthie (5) (6). Cet enzyme, du fait de la destruction de l'acide hyaluronique (mucopolysaccharide), provoque et accentue la diffusion intra-cutanée. Il agit en augmentant la perméabilité du derme à l'égard des solutions colorantes, des bactéries, des toxines microbiennes, des particules en suspension, etc.

Il nous a semblé intéressant d'étudier ses effets dispersifs sur les divers ultravirus. Voici les résultats de nos observations :

I. *Vaccine neurotrope. a. Inoculation intra-dermique.* — En présence d'une concentration d'hyaluronidase (Hy) de 10^{mg} par centimètre cube, des dilutions de virus cérébral variant de 10^{-1} à 10^{-9} sont inoculées intra-dermiquement à des lapins, dans la peau du ventre préalablement épilée (côté droit). Des émulsions témoins, où l'Hy est remplacée par de l'eau salée isotonique, sont injectées, aux mêmes doses, du côté opposé (côté gauche). On enregistre l'évolution des papulo-pustules du premier au quatrième et cinquième jour. Avec le neurovaccin dilué de 10^{-1} à 10^{-5}, des différences considérables se font jour en faveur de l'extension progressive des papulo-pustules en présence d'Hy, par rapport aux témoins. Même effet pour les dilutions vaccinales comprises entre 10^{-3} et 10^{-7}. *Au surplus, des dilutions inopérantes à 10^{-5} et à 10^{-7} du côté témoin, provoquent des lésions encore manifestes du côté* Hy.

(*) Séance du 24 janvier 1949.

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 99, 1928, p. 6 et 108.

(2) *Science*, 72, 1931, p. 508; *J. exp. Med.*, 53, 1931, p. 387.

(3) *J. Path. Bact.*, 33, 1930, p. 1045 et suiv.

(4) *Biochem. J.*, 32, 1938, p. 1806.

(5) *Nature*, 144, 1939, p. 977.

(6) Éditorial du *Lancet*, 254, 1948, p. 294; Gastinel et Fasquelle, *Bull. Acad. Méd.*, 61, 1947, p. 427; Arnaud, *Thèse*, Paris, 1944.

Des dissemblances analogues apparaissent avec le *neurovaccin préalablement filtré* à travers une membrane en collodion (porosités de 1 110 mμ). Un essai identique aux précédents a été effectué avec des *corpuscules élémentaires dermovaccinaux* (7) (méthode de Smadel). La présence d'Hy engendre non seulement des papulo-pustules plus précoces et plus étendues, lorsqu'on utilise des dilutions oscillant de 10^{-1} à 10^{-5}, mais encore, à 10^{-4} et 10^{-5}, des accidents cutanés, *absents du côté témoin*. Ajoutons que l'Hy n'est pas adsorbée par ces corpuscules élémentaires. Le neurovaccin tué par la chaleur, comme aussi le cerveau normal, se montre totalement inerte.

b. Inoculation dans la chambre antérieure de l'œil du Lapin. — Si aucune différence n'apparaît lorsqu'on s'adresse à des dilutions neurovaccinales de 10^{-1}, par contre, à des concentrations de 10^{-4} une diffusion intense, intéressant la cornée et la conjonctive, se manifeste en présence d'Hy (comparaison avec les témoins).

c. Inoculation intra-testiculaire. — Aucune influence favorable sur la vitesse d'apparition et le degré de l'orchite vaccinale. Ce fait pourrait être attribuable à la présence d'Hy dans le testicule (8).

II. *Virus de l'herpès. a. Inoculation intra-cérébrale à la Souris.* — Les concentrations de virus herpétique (cerveau de lapin) ont oscillé entre 5.10^{-1} et 5.10^{-4}. L'Hy, dans certains de nos essais, a semblé déterminer une précocité du décès des sujets (moyenne : 6,2 jours), par rapport à celui des témoins (8,4 jours). Si l'inoculation intra-oculaire au Lapin ne provoque aucun écart appréciable, par contre un tel écart devient évident si l'on s'adresse à : *b. l'inoculation cutanée* (scarifications). Ainsi, avec une dilution de virus à 10^{-3}, l'éruption papulo-vésiculeuse est nette du côté Hy, alors qu'elle est totalement absente du côté témoin.

III. *Fièvre aphteuse.* — L'Hy s'est montrée inagissante, du point de vue dispersif, chez les Cobayes inoculés aux pattes avec le virus aphteux dermotrope. Mêmes résultats négatifs chez la Souris contaminée par voie transcrânienne (virus neurotrope).

IV. *Rage (virus fixe)* (9), *encéphalomyélite américaine, poliomyélite (souches Lansing et WW).* — Inoculations intracérébrales chez la Souris. Aucune activité dispersive de l'Hy.

---

(7) Ces corpuscules ont été préparés par M. Reinié, du Service des Ultravirus de l'Institut Pasteur.

(8) L'acide hyaluronique neutralise l'effet dispersif cutané de l'Hy (neurovaccin).

(9) Dans une Note présentée à la séance du 6 janvier 1949 de la Société des Microbiologistes de Langue française, M. Becquignon a montré que l'Hy rend rabigène le virus fixe inoculé sous la peau.

Conclusions. — *L'effet dispersif de l'hyaluronidase est des plus accentués si l'on utilise comme tests les virus vaccinaux neurotrope et dermotrope, ou le virus de l'herpès, inoculés soit dans la peau du Lapin, soit dans la chambre antérieure de l'œil; peu importe que l'on emploie le neurovaccin ultrafiltré ou non, ou encore les corpuscules élémentaires dermovaccinaux. En ce qui concerne les virus encéphalitogènes, aucun écart n'a été relevé quant à l'évolution de l'encéphalite, excepté pour le virus de l'herpès. L'hyaluronidase se révèle capable d'accentuer l'activité vaccinogène cutanée du neurovaccin.*

A 15h45m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h30m.

L. B.